JAHRBUCH DER ERFINDUNGEN UND FORTSCHRITTE AUF DEN...

Jahrbuch der Erfindungen.

Jahrbuch

der

Erfindungen

und

Fortschritte auf den Gebieten

der

Physik und Chemie, der Technologie und Mechanik, der Astronomie und Meteorologie.

Herausgegeben von

Dr. H. Hirzel, Professor an der Universität

und

H. Gretschel, Lehrer der Mathematik.

zu Leipzig.

Achter Jahrgang.

Mit 36 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig
Verlag von Quandt & Händel.
1872.

Vorwort.

Der achte Jahrgang des Jahrbuchs der Erfindungen, den wir hiermit seinen Lesern übergeben, schließt sich in Tendenz und Ausführung so vollständig seinen Vorgängern an, daß in dieser Hinsicht nichts zu erinnern ist. Wie früher, sind wir auch diesmal bemüht gewesen, von allen bedeutenderen und interessanten Arbeiten und Fortschritten Bericht zu erstatten, welche das vergangene Jahr auf den Gebieten naturwissenschaftlichen Forschens, denen das Jahrbuch seine Aufmerksamkeit zuwendet, aufzuweisen hat.

Für die Unterstützung, welche uns von mehreren Seiten durch Zusendung von Abhandlungen ꝛc. zu theil geworden, sprechen wir hierdurch unsern herzlichsten Dank aus und knüpfen daran die Bitte, uns auch in Zukunft und zwar recht allseitig, eine gleiche Unterstützung zu Theil werden zu lassen.

Dem von verschiedenen Seiten an uns gerichteten Wunsche um Angabe der Quellen, damit dem Leser Gelegen=

heit zu weiteren Studien geboten werde, sind wir an den wichtigsten Stellen durch Namhaftmachung der betreffenden Originalabhandlung möglichst nachgekommen.

Mit dem Wunsche, daß auch dieser Jahrgang unsers Buches dieselbe freundliche Aufnahme finden möge, wie seine Vorgänger, empfehlen wir denselben der Aufmerksamkeit aller, welche sich für die Fortschritte der Naturwissenschaften interessiren.

Leipzig im November 1872.

Die Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Astronomie.

Physik und Meteorologie.

Mechanik und mechanische Technologie.

Chemie und chemische Technologie.

Jahrbuch der Erfindungen.

I.

Astronomie.

Die neu entdeckten Planetoiden des Jahres 1871.

Die Zahl der uns bekannten Himmelskörper aus der Gruppe der kleinen Planeten oder Planetoiden zwischen Mars und Jupiter ist im verflossenen Jahre 1871 um fünf vermehrt worden.

Der Planetoid (113), von den Berliner Astronomen mit dem Namen Amalthea belegt, wurde von R. Luther in Bilk bei Düsseldorf am Abende des 12. März entdeckt; es ist dies der achtzehnte von diesem Astronomen gefundene Himmelskörper aus der Planetoiden-Gruppe. Derselbe erschien als ein Stern 10. bis 11. Größe und wurde bald nach dem Bekanntwerden der Entdeckung auch in Bonn, Leiden, Leipzig, Wien, Lund und anderwärts beobachtet; auch haben Oppolzer in Wien, Tietjen in Berlin u. A. seine Bahnelemente berechnet.

Der Planetoid (114), Cassandra, wurde in der Nacht des 23. Juli von C. H. F. Peters auf dem Litchfield-Observatorium des Hamilton-Colleges in Clinton, Ver. St., als ein Stern von weniger als 12. Größe entdeckt und nachher auch anderwärts, z. B. am 16. August von Tietjen in Berlin, am 20. August von Börgen in Leipzig, beobachtet.

Den Planetoid (115) entdeckte James C. Watson in Ann Arbor, Michigan, Ver. St., am 6. August als einen Stern 10. Größe. Später ist er auch anderwärts, so von Börgen in Leipzig am 1. und 2. September, beobachtet worden.

Der Planetoid (116), Sirona, wurde zuerst am 8. September von C. H. F. Peters in Clinton aufgefunden; noch vor dem Bekanntwerden dieser Entdeckung in Europa sah Luther in Bilk denselben Planetoiden am 14. Septbr. und später, 19. und 20. Septbr., beobachtete ihn Börgen in Leipzig.

Der Planetoid (117) endlich, welcher den Namen Lomia erhalten hat, wurde am Abende des 12. Septembers von Alph. Borrelly auf der Sternwarte von Marseille entdeckt, dann in den Nächten des 13. bis 17. desselben Monates in Paris von Périgaud und Ludinard und am 19. und 20. in Leipzig von Börgen beobachtet.

Wiederaufgefundene Planetoiden.

Bei den kleinen Planeten, deren Entdeckungen in den letzten Jahrzehnten so rasch aufeinander gefolgt sind, ist es nicht immer möglich gewesen, hinlänglich viel Beobachtungen anzustellen, um eine zuverlässige Bahnbestimmung machen zu können. Einzelne dieser Himmelskörper sind in Folge dessen nur sehr unsicher bekannt, und es hat sich daher in den letzten Jahren ein besonderer Zweig der Astronomie gebildet, der die Wiederauffindung und Sicherstellung solcher verloren gegangenen Planetoiden zum Gegenstande hat.

Zu diesen Planetoiden gehört u. a. Dike (99), die nach ihrer Entdeckung durch Borrelly am 28. Mai 1868 bis zum 12. Juni desselben Jahres beobachtet, später aber nicht wieder aufgefunden worden ist, so daß wir über den Ort, wo dieser Planetoid sich zur Zeit aufhält, fast gar Nichts wissen. C. H. F. Peters sagt daher auch bei Gelegenheit der Mittheilung über die Entdeckung der Cassandra, daß Dike kaum mehr Anrecht darauf habe, „als aufgefunden betrachtet zu werden, als die Planeten von Cacciatore und Wartmann oder gar von D'Angos"*). Peters hofft daher, daß in Zukunft kein Planet in

*) D'Angos will am 18. Januar 1798 zu Tarbes im südlichen Frankreich einen kleinen dunklen Fleck vor der Sonnenscheibe vorübergehen gesehen haben, von dem er es unentschieden läßt, ob es ein Komet oder ein noch innerhalb der Merkursbahn um die Sonne

die Reihe der entdeckten aufgenommen werde, wenn die Beobachtungen nicht wenigstens zur Ableitung angenäherter Elemente genügen. Während nun Dike bis jetzt noch nicht wieder gesehen worden ist, sind bei anderen Planetoiden die Anstrengungen zu ihrer Wiederauffindung von glücklichem Erfolg gekrönt worden.

Erato (62), am 19. August 1860 von Förster und Lesser in Berlin entdeckt, wurde bei ihrer Wiederkehr zur Opposition im Januar 1862 auf Grund der aus den früheren Beobachtungen abgeleiteten Ephemeride von A. Schmidt wieder aufgefunden und einige Wochen durch beobachtet; von späteren Beobachtungen aber verlautete Nichts. Deshalb führte Oppolzer in Wien eine genaue Bahnberechnung dieses Planeten, mit Berücksichtigung der Jupiter- und Saturnsstörungen durch, um die Wiederauffindung während der vorjährigen Opposition zu ermöglichen. Das Ergebniß dieser Arbeit wurde der Wiener Akademie am 16. Februar 1871 mitgetheilt. Im Verlauf stellte es sich nun heraus, daß Erato doch später als 1862 noch einmal beobachtet worden war. Tietjen in Berlin theilte nämlich brieflich mit, daß er am 10. April 1863 ein äußerst schwaches Object beobachtet habe, dessen Wiederauffindung später nicht gelingen wollte. Durch Oppolzer's Rechnung ergab es sich, daß dieses Object die Erato gewesen. Auf Grund der berechneten Ephemeride gelang es auch Oppolzer gleich bei der ersten Nachforschung nach dem Planetoiden, am 9. August vorigen Jahres, denselben als ein Sternchen 12. Größe wieder aufzufinden; später haben ihn auch Ludwig Wijkander und Axel Möller in Lund längere Zeit beobachtet.

---

laufender Planet gewesen. Cacciatore beobachtete im Mai 1835 in Palermo einen Planeten, den er später nicht wieder auffinden konnte; Arago hat später die Vermuthung ausgesprochen, es sei dies der Neptun gewesen. Das ist aber nicht möglich, weil Neptun damals an einer andern Stelle als der von Cacciatore gesehene Körper stand; man muß daher an eine Planetoidenbeobachtung denken. Wartmann endlich hat am 6. und 25. September, sowie am 15. Octbr. und 1. November 1831 in Genf einen kleinen Himmelskörper mit eigener Bewegung beobachtet, den er 1837 nicht wieder auffinden konnte.

Semele (86) wurde nach ihrer Entdeckung durch Tietjen in Berlin, am 4. Januar 1866, nur noch an zwei Tagen im März des nächsten Jahres auf der Berliner Sternwarte und seitdem mehrere Jahre hindurch nicht wieder beobachtet. Die Wiederauffindung gelang erst am 15. October 1871 auf der Sternwarte zu Lund. Aus den früher von E. Lorek veröffentlichten Elementen hatte nämlich Anderson eine Ephemeride berechnet und nachdem Wijkander 5 bis 600 Sterne der Milchstraße mit dieser Ephemeride verglichen hatte, glückte es ihm, den gesuchten Planeten wieder zu entdecken.

Hecuba (108), von R. Luther am 2. April 1869 entdeckt, war seit ihrer ersten Erscheinung nicht wieder gesehen worden. Deshalb berechnete Leop. Schulhof in Wien aus den Beobachtungen von 1869 hypothetische Ephemeriden für die Opposition im September 1871. Am Schlusse dieser Arbeit sprach er (am 8. August 1871) seine Ansicht dahin aus, daß sowohl wegen der großen Lichtschwäche des Planeten, als auch wegen des enormen Spielraumes der hypothetischen Ephemeriden die Aufsuchung des Planeten in dieser Opposition erfolglos sein, die Auffindung aber bei der nächsten oder zweitnächsten Opposition eher erfolgten dürfte, weil hier die Hypothesen enger zusammenrücken und auch die Helligkeitsverhältnisse günstigere sein werden. Trotzdem gelang es dem Berliner Astronomen Tietjen, den Planetoiden am Abende des 11. Septembers als Sternchen 11. Größe wieder aufzufinden, worauf er am 15. in Leipzig, am 17. in Leiden beobachtet wurde.

Aegina (91), am 3. November 1866 von Stephan in Marseille entdeckt, war ebenfalls nach ihrer ersten Opposition nicht wieder gesehen worden. Deshalb berechnete Oppolzer in Wien eine Ephemeride für die fünfte Opposition, mit deren Hilfe er den Planeten am 20. December vorigen Jahres wieder auffand, nachdem er ihn schon am Abend vorher als Sternchen 12. Größe in die Karte eingezeichnet hatte.

Ate (111), am 14. August 1870 von Peters in Clinton entdeckt, kam im November vorigen Jahres zur Opposition, und zwar in sehr günstiger Position, nämlich im Perihel. In Ermanglung einer genauen Bahnberechnung konnte der Planet aber nicht beobachtet werden, weshalb Johann Holetschek

in Wien eine Ephemeride berechnete, um die Wiederauffindung in der Quadratur zu ermöglichen. Mit Hilfe dieser Ephemeride hat auch Tietjen in Berlin den Planeten am 6. Februar 1872 wieder gefunden, als das damals herrschende trübe Wetter sich auf kurze Zeit aufheiterte, aber erst am 6. März konnte die Auffindung sicher gestellt werden, worauf der Planet auch in Wien durch Weiß am 8. März beobachtet wurde.

Die großen Planeten.

Wir erwähnen hier die spektroskopischen Beobachtungen, welche von H. Vogel und Lohse auf der Sternwarte Bothkamp angestellt worden sind.

Beim Merkur wurden (April 1871) außer einigen schwächeren Linien die Fraunhofer'schen Linien C, D, E, b und F deutlich erkannt; der rothe Theil des Spektrums war auffällig intensiv gefärbt, während Blau und Violett sehr matt erschienen.

Venus zeigte (April, Juni und August 1871) ein so helles Spektrum, daß man es am Tage beobachten und seine Linien auf diese Weise direct mit denen im Spektrum des Himmelsgrundes vergleichen konnte. Die Zahl der gemessenen Linien, welche übrigens in der Lage genau mit denen des Sonnenspektrums übereinstimmten, betrug gegen 30. Merkwürdig ist es, daß manche Linien im Spektrum der Venus viel stärker erscheinen, als in dem der Sonne, dies ist besonders bei den Natronlinien der Fall, und es kann das nicht in der Beschaffenheit unserer Atmosphäre seinen Grund haben, da am 14. und 22. April 1871 die Natronlinien im Spektrum des viel tiefer stehenden Merkur ganz zart und fein, in dem der Venus aber breit und verschwommen erschienen. Auch die Magnesiumlinien treten im Venusspektrum mehr hervor, als in dem der Sonne; ferner ist vor B, bei 0,0006894 Millim. Wellenlänge eine dunkle Bande und ebenso in der Nähe von E ein ziemlich dunkler, verschwommener Streifen (Wellenlänge 0,0005247 Millim.). Dann treten auch zwischen b und F und endlich zwischen F und G noch zahlreiche Linien hervor an Stellen, wo im Sonnenspektrum nur schwache Linien stehen. Diese Modificationen sind jedenfalls auf Rechnung der Atmo=

sphäre der Venus zu setzen. Im Gegensatz zum Merkur zeigt übrigens Venus die blauen und violetten Theile des Spektrums sehr brillant, während Roth nur schwach vorhanden ist.

Ein paar mal gelang es auch, bei Vergleichung des Venusspektrums mit dem der Luft, eine Verschiebung der Linien des ersteren gegen das Violett hin wahrzunehmen, entsprechend der nach der Erde hin gerichteten Bewegung der Venus.

Im Spektrum des Mars wurden (28. Febr. und 8. April 1871) an 20 der hauptsächlichsten Linien des Sonnenspektrums beobachtet. Abweichend von letzterem zeigte sich eine auffallende dunkle Bande von 0,0006952 Millim. Wellenlänge (im Roth), ferner ein dunkler Streifen bei 0,0006335 Millim. Wellenlänge, wo im Sonnenspektrum drei starke Linien stehen; ferner erschien die Gruppe α auffällig dunkel und bei 0,0005242 Millim., wo sich im Sonnenspektrum zwei sehr schwache Linien befinden, war ein schwacher Streifen sichtbar.

Jupiter (März 1871) hat ein Spektrum, in welchem gegen 30 Linien genauer gemessen und mit denen des Sonnenspektrums übereinstimmend gefunden wurden. Auffallend sind einige dunkle, im Roth gelegene und wohl der Atmosphäre des Planeten zuzuschreibende Streifen, die Aehnlichkeit mit den Absorptionsstreifen haben, die man bei tiefem Sonnenstande im Sonnenspektrum beobachtet. Die auffallendsten dieser Streifen, die übrigens bei hohem Stande des Jupiter sichtbar waren, fanden sich bei 6693, 6496, 6462, 6333, 6136 und 5783 Zehnmilliontel Millim. Wellenlänge; der erste fehlt im Sonnenspektrum, der dritte ist durch 3 starke Linien ersetzt, die übrigen erscheinen als atmosphärische Linien.

Auch das Spektrum des vierten Jupiterstrabanten hat Vogel (21. und 24. März 1871) untersucht. Es begann kurz vor D, das Roth war also nicht erkennbar, ging bis zur Mitte zwischen F und G und war sehr schwach. Es wurde eine dunkle Linie, F entsprechend, eine schwache dunkle Partie an der Stelle von E und eine andere bei 0,000567 Millim. Wellenlänge beobachtet.

Bemerkenswerth ist das Spektrum des Uranus durch seine eigenthümlichen Absorptionsstreifen. Dasselbe beginnt nach Vogels Beobachtungen (März 1871) bei 6130 Zehnmilliontel

Millim. Wellenlänge, und es haben die wesentlichsten Streifen folgende Lage:

von	5780	bis	5650	ein breiter dunkler Streifen, am dunkelsten bei 5739;
	5370			ein sehr matter Streifen,
von	5463	bis	5383	sehr dunkler Streifen, in der Mitte am dunkelsten;
	5200			sehr matter Streifen,
	5072			eine matte Linie,
von	4900	bis	4840	ein breiter Streifen, dunkelste Stelle 4862;
„	4800	„	4700	sehr schwacher breiter Streifen,
„	4650	„	4570	sehr breiter Streifen, dunkelste Stelle 4601;
	4520			breiter schwacher Streifen,
	4420			breiter dunkler Streifen,
von	4350	bis	4280	dunkles Band.

Der erste und siebente Streifen fallen zusammen mit Absorptionsstreifen, die bei tiefem Sonnenstande sichtbar werden. Außerdem fiel die Mitte des oben an sechster Stelle erwähnten dunkeln Bandes sehr genau mit der hellen Linie H_β im Spektrum einer mit Wasserstoff gefüllten Geißler'schen Röhre, also mit der Fraunhofer'schen Linie F zusammen, was auch neuerdings von Secchi, entgegen einer frühern Angabe (s. den VI. Jahrg. dieses Jahrb. S. 44) bestätigt worden ist. Vogel bezeichnet übrigens das Uranusspektrum als überaus lichtschwach.

Bei Vergleichung des Spektrums niedriger Sauerstoffverbindungen des Stickstoffes mit dem des Uranus zeigte sich keine genügende Uebereinstimmung, namentlich fand sich der stärkste Streifen des Uranusspektrums (der dritte) nicht in den Spektren dieser Verbindungen, und nur einige der vielen Streifen in den letzteren fielen mit den schwächsten des Uranusspektrums zusammen. Man ist daher nicht berechtigt, auf die Anwesenheit solcher Stickstoffverbindungen in der Uranusatmosphäre zu schließen.

Aus einer bisher unbeachteten Relation zwischen den synodischen Bewegungen der Uranusmonde hat D'Arrest in Kopenhagen ein merkwürdiges, im Systeme dieser Satelliten geltendes Theorem abgeleitet, welches ein Seitenstück zu einem bekannten, für die Jupiterstrabanten bestehenden Satze ist.

Wenn nämlich die beiden innern Uranusmonde uranocentrisch irgendwo mit einander in Conjunction stehen, so kann gleichzeitig eine Conjunction der beiden äußeren mit einander nur in Einem einzigen, bestimmten Punkte der Länge stattfinden, und folglich kann eine Conjunction aller vier Satelliten überhaupt nur in diesem Einen Punkte zustande kommen.

Die Kometen des Jahres 1871.

Im Jahre 1871 sind im Ganzen fünf Kometen entdeckt worden, von denen indessen kein einziger dem bloßen Auge sichtbar war. Nach der Zeit ihrer Auffindung geordnet, sind es folgende.

Komet I wurde von A. Winnecke in Carlsruhe am Abende des 6. April im Sternbilde des Perseus entdeckt, den nächsten Abend von Tiele in Bonn, Bruhns und Börgen in Leipzig, am 10. von Vogel in Bothkamp u. A. beabachtet. Bei seiner Entdeckung erschien er als ein kleines blasses Object, am 11. April vermochte Winnecke eine geringe Spur eines Schweifes zu erkennen; nach den Messungen von Julius Schmidt in Athen betrug der Durchmesser der Coma in der ersten Hälfte des Mai ungefähr 21500 geogr. Meilen.

Winnecke hat folgende Elemente für diesen Kometen veröffentlicht:

Perihelzeit	T	$= 1871$, Juli 12,989 mittl. Berl. Zeit
Länge des Perihels . .	π	$= 130^\circ\ 15'\ 17''$
„ „ aufst. Knotens	☊	$= 275\ \ 47\ \ 27$
Neigung der Bahn . .	i	$= \ 89\ \ 15\ \ \ 0$
Periheldistanz . . .	q	$= 0{,}77338$

Bewegung rechtläufig.

Eine genauere Untersuchung des Lichtes dieses Kometen hat Vogel in Bothkamp geliefert. Das Spektroskop zeigte zunächst ein discontinuirliches, aus zwei hellen Streifen bestehendes Spektrum, wovon der hellste im Grün, der andere, weit schwächere aber im Gelb lag. Die Wellenlänge der Mitte des grünen Streifens ergab sich zu 0,000511 Millimeter, während für die Mitte des gelben 0,000557 Millimeter gefunden wurden. Die Ränder dieser hellen Streifen erschienen übrigens stets etwas verschwommen, auch gelang es durch Verengung der

Spaltöffnung des Spektroskopes nicht, diese Streifen linienartig zu erhalten, wie dies bei den Spektren der Nebelflecke der Fall ist. Außer diesem discontinuirlichen war auch noch ein continuirliches Spektrum vorhanden, welches dem ziemlich hellen Kerne des Kometen angehörte und vom Roth bis ins Blau, über die Linie F hinaus, reichte.

Komet II wurde am 14. Juni von Wilhelm Tempel auf der Sternwarte der Brera in Mailand entdeckt. Tempel, ein geborner Deutscher (aus Obercunnersdorf in der sächsischen Oberlausitz), der seit langer Zeit als Lithograph in Marseille lebte und dort eine kleine Privatsternwarte besaß, auf welcher er eine große Anzahl Kometen und Planetoiden entdeckt hat, wurde während des Krieges 1870 aus Frankreich vertrieben; durch Schiaparelli wurde es ihm aber ermöglicht, seine frühere erfolgreiche astronomische Thätigkeit an der Sternwarte in Mailand fortzusetzen. Mit Abzeichnen von Nebelflecken und Eintragen derselben in die Sternkarten beschäftigt, fand er hier am Abende des 14. Juni in der Nähe des Sternes β im Großen Bären einen verwaschenen Kometen von 3 bis 4 Minuten Durchmesser. Derselbe wurde darauf am 16. von Winnecke in Carlsruhe, am 16. und 17. von Weiß und Schulhof in Wien, später in Leipzig, Berlin u. a. O. bis in den Septr. beobachtet und blieb immer sehr lichtschwach, von verwaschenem Aussehen, ließ aber einen feinen, sternartigen Kern erkennen. Julius Schmidt in Athen, der ihn erst vom 3. Juli an beobachten konnte, giebt den wahren Durchmesser des Kopfes gleich 13,8 Erddurchmesser oder etwa 24000 geogr. Meilen, und den mittlern Scheitelradius der Coma zu 7,35 Erddurchmessern an.

Die Bahnelemente sind nach der Berechnung von Schulhof in Wien folgende:

T = 1871 Juli 26,97906 mittl. Berliner Zeit
π = 308° 10′ 47″,2
☊ = 211 56 58, 0
i = 101 59 26, 0
q = 1,0835
Bewegung retrograd.

Der Komet III, am Abende des 19. Septemper von Winnecke in Carlsruhe als eine sehr schwache Nebelmasse

gesehen, dann von demselben Beobachter erst wieder am 4. Oct. und an demselben Abende von Dunér in Lund beobachtet, ist der mit Encke's Namen bezeichnete Komet von 3 1/3 Jahre Umlaufszeit. Derselbe wurde zuerst am 17. Januar 1786 von Méchain, dann am 7. November 1795 von Miß Caroline Herschel, im Jahre 1805, am 20. October gleichzeitig von Bouvard, Pons und Huth und am 26. November 1818 von Pons entdeckt. Bei der letzterwähnten Erscheinung wurde seine Periodicität entdeckt und von Encke die auffällig kurze Umlaufszeit berechnet. Seitdem ist der Komet zu seinem Perihel zurückgekehrt

1824,	den	24.	Mai	1848,	den	26.	Novbr.
1825,	„	16.	Septbr.	1852,	„	15.	März
1829,	„	10.	Jan.	1855,	„	1.	Juli
1832,	„	4.	Mai	1858,	„	18.	Octobr.
1835,	„	26.	Aug.	1862,	„	6.	Febr.
1838,	„	19.	Decbr.	1865,	„	28.	Mai
1842,	„	12.	April	1868,	„	14.	Septbr.
1845,	„	10.	Aug.	1871,	„	29.	Decbr.

Bei den drei Erscheinungen 1842, 1862 und 1865 wurde der Komet vor seinem Perihel auf der nördlichen und nach demselben auf der südlichen Halbkugel, in den Jahren 1822, 1832 und 1835 nur auf der südlichen Halbkugel, und zwar nach dem Perihel, bei den übrigen Erscheinungen dagegen nur auf der nördlichen Halbkugel, und zwar vor dem Perihel wahr genommen.

Eine Bahnberechnung des Kometen für die vorjährige Erscheinung hat S. von Glasenapp in Pulkowa ausgeführt und längere Zeit vor dem Sichtbarwerden veröffentlicht. Sowie die Erscheinung von 1868 in vielen Stücken ähnlich derjenigen des Jahres 1825 war, so bildete die Erscheinung des vorigen Jahres ein ziemlich genaues Analogon zu derjenigen von 1828 und 1829. Im vorigen Jahre erreichte der Komet sein Perihel am 29. December, nur zwölf Tage früher als 182 8/9; damals wurde er zuerst am 16. September 1828 von W. Struve mittels des großen Dorpater Refractors wahrgenommen; auf andern Sternwarten denen nicht Instrumente von gleicher Vortrefflichkeit zu Gebote standen, begannen die Beobachtungen erst weit später. Rücksichtlich der vorjährigen Erscheinung sprach sich Glasenapp dahin aus, daß wohl die

Hoffnung eine vergebliche sein werde, „es könne der Komet früher als in den ersten Tagen des Septembers aufgefunden werden.“ Thatsächlich steht Winnecke's Beobachtung vom 19. September ganz vereinzelt da, trotz eifrigsten Nachforschens konnte der Komet im Laufe des Septembers von keinen andern Beobachter gesehen werden. Zwar nahmen J. R. Hind und W. Plummer in Twickenham am 22. September ein äußerst schwaches nebeliges Object wahr, welches sie für den Encke'schen Kometen hielten, trotzdem daß seine Position bedeutend von der Glasenapp'schen Ephemeride abwich; allein diese Vermuthung erwieß sich in der Folge als irrig, erst am 8. September gelang Hind die wirkliche Auffindung des Kometen, und an demselben Tage nahm ihn auch E. Stephan in Marseille wahr, der ihn bereits einige Zeit gesucht und dabei eine größere Anzahl von Nebelflecken entdeckt hatte.

Was nun die letzte Erscheinung der Encke'schen Kometen des Näheren betrifft, so zeigte sich ganz ähnlich wie bei früheren Beobachtungen eine Abnahme seines Durchmessers mit wachsender Annäherung an die Sonne. Jul. Schmidt in Athen bestimmte diesen Durchmesser durch Beobachtungen am Sucher, indem er die Abstände der Nebelmasse von solchen Sternen, die zugleich mit dem Kometen im Gesichtsfelde erscheinen, ermittelte; er fand dabei für den Durchmesser des Kometen

am 11. Novbr.	. . .	36,41	Erdhalbmesser	= 35000	geogr. Meil.
„ 30. „	. . .	26,55	„	= 25500	„ „
„ 7. Decbr.	. . .	20,75	„	= 20000	„ „

In ähnlicher Weise nahm auch der Scheitelradius mit der Annäherung an die Sonne ab.

Das Merkwürdigste aber was der Komet gezeigt hat, ist eine Lichtausströmung, ein Lichtfächer oder Halo des Kernes. Julius Schmidt beobachtete denselben am 2. December. „An allen früheren Abenden,“ so schreibt er, „zeigte sich das Nebellicht sehr zart und gleichförmig nach außen abnehmend, und die einigemal an schwacher Vergrößerung notirte Granulation blieb ebenso ungewiß, wie die Existenz eines wirklichen Kernes . . . Als ich am 2. Dec. in noch ganz heller Dämmerung den Kometen im Felde hatte, fiel mir sogleich die Mächtigkeit und Helle der centralen Region auf . . . Die Luft war ungeachtet des Südsturmes sehr ruhig und durchsichtig. Bei Anbruch

der Nacht sah ich daß eine sehr bedeutende Ausströmung des Kernlichtes gegen die Sonne stattfand, und in Gestalt eines mondsichelförmigen großen Fächers oder Halo, der, weniger scharf als bei den großen Kometen von 1858 und 1861, an seinen Rändern verwaschen, mit seinen links und rechts auslaufenden Enden oder Flügeln die Basis der übrigen, gegen die Sonne hin ausgebreiteteten Lichtmasse der Coma bildete. Vom Kerne zeigte sich keine Spur, und der ganze Halo hatte in allen seinen Theilen nahezu die gleiche Intensität. An dem linken, damals gegen den Nordpol gerichteten Horne der Sichel, erschien noch eine zweite nach außen gelegene wolkenartige Verdichtung." Der Scheitelradius des Halo betrug nach Schmidt's Messungen 600, die Entfernung des Kernes von einer Hornspitze 3200 geogr. Meilen.

Auch andere Beobachtungen haben, und zum Theil später als Schmidt, diese Lichtausströmung vom Kometen aus nach der Sonne hin beobachtet, so die Engländer Huggins und Carpenter.

Das Spektrum des Kometen haben William Huggins, Upper Tulse Hill, der Amerikaner Young und H. Vogel in Bothkamp untersucht. Der Erstere fand bei der Prüfung des Kometen mittels des Prismas am 8. November einen einzigen breiten hellen Lichtstreifen, dessen am wenigsten brechbares und hellstes Ende die Wellenlänge von 0,000516 Millimeter, etwa der Fraunhofer'schen Linie b im Grün entsprechend, besaß. Dieser Lichtstreifen entspricht dem hellsten Streifen im Spektrum des Kohlenstoffes. Huggins war übrigens gleich anfangs geneigt noch zwei Streifen anzunehmen, so daß das Spektrum mit dem des Komten II 1868 übereinstimmte, der die drei hellsten Streifen des Kohlenstoffspektrums zeigte. (Vergl. V. Jahrg. dieses Jahrb., S. 8). In der That wurde diese Vermuthung durch spätere Beobachtungen bestätigt: der nächst dem erwähnten Streifen hellste beginnt mit 0,0004735, der dritte mit 0,0005632 Millimeter Wellenlänge; beide sind viel schwächer als der erste. Damals war keine Spur von Polarisation in dem Lichte des Kometen erkennbar.

Young's Beobachtungen stimmten im Wesentlichen mit denen Huggins' überein; Vogel aber erhielt etwas abweichende Resultate. Die hellsten Stellen der Streifen fand er im Mittel

aus 6 Beobachtungen 0,0005552 Millim., 0,0005121 und 0,0004728 Millim., welche Zahlen nicht durchweg mit der durch Beobachtung des Benzinspektrums erhaltenen übereinstimmen: nur beim dritten Streifen ist diese Uebereinstimmung vorhanden. Die Streifen des Benzinspektrums waren außerdem nach der rothen Seite hin scharf begrenzt, was Vogel beim Spektrum des Kometen nicht beobachtete. Merkwürdigerweise stimmen die Angaben Vogel's über das Benzinspektrum recht gut mit den Beobachtungen von Huggins und Young am Kometen überein.

Vogel fand übrigens Ende November das Licht des Kometen theilweise polarisirt.

Komet IV, am 12. October von Borrelly in Marseille entdeckt, ist ebenfalls ein schon von früherher bekannter, nämlich der Komet I des Jahres 1790, bekannt unter dem Namen Tuttle's Komet, weil er bei seiner Erscheinung im Jahre 1858 von dem Astronomen Tuttle in Cambridge, Massachussetts, zuerst, nämlich am 4. Januar, beobachtet wurde. Sieben Tage nachher fand ihn auch Bruhns, damals in Berlin, und dieser Astronom war es, der eine elliptische Bahn von 13,7 Jahren Umlaufszeit für den Kometen berechnete und die Vermuthung aussprach, daß derselbe identisch sei mit dem von Méchain am 9. Januar 1790 entdeckten. Indessen blieb die Sache noch zweifelhaft bis zur nächsten Erscheinung, die im Jahre 1871 zu erwarten war. Der im letzten Kriege gefallene Königsberger Observator Tischler berechnete für diese Erscheinung Elemente, die nach seinem Tode vom dem Astronomen E. Luther in Königsberg veröffentlicht wurden, und mit Hilfe dieser Elemente berechnete dann der Engländer Hind eine Ephemeride, welche es Borrelly möglich machte, den Kometen aufzufinden. Anfangs erschien derselbe als ein verwaschener, etwas in die Länge gezogener Nebel, von 2 bis 3 Bogenminuten Durchmesser, später zeigte sich auch ein feiner Kern. Auf die Entdeckung durch Borrelley folgten die Beobachtungen von Loewy und Tisserand in Paris am 14. October, von Winnecke in Carlsruhe am 15. u. a.

Durch diese Wiederkehr ist der Komet definitiv in die Reihe der periodischen Kometen mit kurzer Umlaufszeit eingeordnet worden. Es sind dies folgende:

			Umlaufszeit
der	Encke'sche	Komet . . .	3 1/3 Jahre
„	Biela'sche	„ . . .	6 3/4 „
„	Faye-Möller'sche	„ . . .	7 1/2 „
„	De Vico'sche	„ . . .	5 1/2 „
„	Brorsen'sche	„ . . .	5 1/2 „
„	D'Arrest'sche	„ . . .	6,4 „
„	Winnecke'sche	„ . . .	5 1/2 „
„	Tuttle'sche	„ . . .	13,7 „

Die auf die Jahre 1803, 1817, 1830 und 1844 fallenden Durchgänge dieses letzteren Kometen durch sein Perihel sind unbemerkt geblieben.

Vogel hat am 11. und 13. November im Lichte des Kometen drei helle Streifen erkannt, deren Wellenlänge sich zu 0,0005571 Millim., 0,0005128 und 0,0004723 Millimeter ergaben, ziemlich übereinstimmend mit den Streifen im Spektrum des Encke'schen Kometen.

Komet V wurde am Abende des 3. Novembers von Tempel in Mailand als ein kleines lichtschwaches Object in der Nähe des Nebels Messier 26 entdeckt, am nächsten Abende vom Entdecker und Schiaparelli in Mailand, sowie auch von Schönfeld in Bonn, am 5. von Bruhns und Börgen in Leipzig, Winnecke in Carlsruhe, Argelander in Bonn, Littrow in Wien u. A. beobachtet. Aus den verschiedenen bis zum 15. November reichenden Beobachtungen hat Leop. Schulhof in Wien das folgende Elementensystem abgeleitet;

$$
\begin{aligned}
T &= 1871 \text{ December } 20{,}3365 \\
\pi &= 29^\circ \; 33' \; 31{,}''2 \\
\Omega &= 147 \;\; 1 \;\; 59{,}\,2 \\
i &= 98 \;\; 23 \;\; 40{,}\,4 \\
q &= 0{,}90445
\end{aligned}
$$

Die Entdeckung eines sechsten Kometen durch Tempel in Mailand, am 29. December, welche nach Wien an die Akademie der Wissenschaften und von da weiter gemeldet wurde, hat sich nicht bestätigt.

Im VI. Jahrgange des Jahrbuches ist berichtet worden, daß die kais. Akademie der Wissenschaften in Wien jährlich acht Preise, jeder in 20 Ducaten oder einer goldenen Medaille bestehend, für die ersten Kometenentdeckungen eines jeden Jahres ausgesetzt hat. Es ist denn noch in Kürze das Resultat der beiden Preisertheilungen nachzutragen, welche die Akademie in

ihren Gesammtsitzungen am 27. Mai 1870 und am 26. Mai 1871 beschlossen hat. Es erhielten den Preis

Wilhelm Tempel für die Entdeckung der Kometen II. u. III. 1869;
C. Winnecke in Carlsruhe für den Kometen I. 1870,
J. Coggia „ Marseille „ „ „ II. 1870 und
C. Winnecke „ Carlsruhe „ „ „ IV. 1870.

Theorie der Kometen.

Die Frage nach der physischen Beschaffenheit der Kometen, welche schon Kepler und Newton erörtert haben, hat auch in den letzten Jahren wieder Astronomen und Physiker lebhaft beschäftigt. Als eine der wichtigsten neueren Arbeiten über diesen Gegenstand ist wohl die von F. Zöllner in Leipzig zu bezeichnen, deren Resultate in einer Abhandlung in den Berichten der sächs. Gesellsch. der Wissensch., Jahrg. 1871, sowie auch in einem besonderen Werke*) niedergelegt sind. Indem wir hier einen Ueberblick über die Zöllner'sche Arbeit geben, wird sich uns zugleich Gelegenheit zur Erörterung der Ansichten anderer Gelehrten, die sich über denselben Gegenstand verbreitet haben, darbieten.

Nach den Untersuchungen von Thomas Andrews scheint es für jeden Körper eine obere Temperaturgrenze, einen „kritischen Punkt", zu geben, über welchen hinaus kein Druck mehr im Stande ist, den Körper in den flüssigen Zustand zurückzuführen. Für Kohlensäure ist z. B. dieser Punkt +31°, für Aether +200° C. Ein Dampf verwandelt sich in ein Gas, sobald seine Temperatur den kritischen Punkt überschreitet; bei den sogenannten permanenten Gasen liegt wahrscheinlich der kritische Punkt tiefer als die niedrigsten künstlich zu erzeugenden Temperaturen.

Befindet sich eine Masse ganz frei im Raume, so werden sich von ihrer Oberfläche aus Dämpfe entwickeln, die sich weiter ausbreiten, und die ganze Masse wird allmälig verdampfen, es sei denn, daß eine hinlängliche Menge von Substanz vorhanden ist, welche auf die an ihrer Oberfläche gebildete Dampf-

*) Ueber die Natur der Kometen. Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntniß. Mit X Tafeln. Leipzig, Engelmann. 1872.

atmosphäre eine solche Anziehung ausübt, daß der Druck jener Atmosphäre mindestens dem Maximum der Spannkraft für die herrschende Temperatur entspricht. Demnach muß es zwischen der Masse eines im Weltraum sich selbst überlassenen Körpers und der Spannkraft seiner Dämpfe bei der herrschenden Temperatur eine bestimmte quantitative Beziehung geben, welche erfüllt sein muß, wenn die Stabilität des Aggregatzustandes eines größeren oder geringeren Theiles der gegebenen Masse möglich sein soll. Zöllner hat diese Beziehung auf analytischem Wege näher entwickelt und für mehrere Substanzen den Werth des Halbmessers der Masse berechnet, der nothwendig überschritten werden muß, wenn die kugelförmige Masse des frei im Weltall schwebenden Körpers sich nicht vollständig in Dampf auflösen soll. Er findet diesen Halbmesser z. B. für

Wasser	bei	— 32° C . . .	557	Meter
"	"	— 10 " . . .	1424	"
"	"	0 " . . .	2113	"
"	"	20 " . . .	4109	"
"	"	30 " . . .	5537	"
Alkohol	"	— 20 " . . .	2211	"
"	"	0 " . . .	4354	"
Benzin	"	— 20 " . . .	2423	"
"	"	0 " . . .	5646	"

Ist aber die Masse eines im Weltraume sich selbst überlassenen Körpers nicht ausreichend, um vermöge seiner Gravitation der ihn umgebenden Dampfatmosphäre eine Spannung zu ertheilen, welche dem Maximum der Spannkraft seiner Dämpfe bei der herrschenden Temperatur mindestens gleichkommt, so löst er sich mit der Zeit vollständig in Dampf auf, und es läßt sich nun noch weiter zeigen, daß eine endliche Dampf- oder Gasmasse im unbegrenzten leeren Raum keine stabile Gleichgewichtsfigur zu bilden im Stande ist, sondern sich durch eine stetig mit der Zeit abnehmende Dichtigkeit im Raum verlieren muß, ein Resultat, welches Zöllner durch Rechnung näher begründet, zu dem aber auch schon früher Poisson gelangt ist. Zöllner betrachtet daher die ma-

Erfüllung des Raumes mit denjenigen Stoffen, aus welchen die in ihm befindlichen Körper bestehen, als eine nothwendige Bedingung für die Stabilität des Aggregatzustandes dieser Körper. Im weiteren Verlaufe dieser Untersuchungen bietet sich ihm auch die Frage dar nach der Dichtigkeit des Gasgemenges, das den Weltraum erfüllt. Seine Formel zeigt ihm als Minimalwerth dieser Dichtigkeit unter der Voraussetzung, daß überall die Temperatur von 0° C. herrscht, den 10^{340}ten Theil der Dichtigkeit der Atmosphäre an der Erdoberfläche. Unter diesen Werth könnte also die Dichtigkeit an keiner Stelle herabsinken und sie wird sich um somehr diesem Werthe nähern, je weiter von der Erde der betreffende Punkt entfernt ist. Dieser Werth ist so gering, daß eine Luftmasse von 1,29 Gramm, welche an der Erdoberfläche einen Raum von einem Cubicdecimeter einnimmt, den Raum einer Hohlkugel gleichmäßig erfüllen müßte, deren Halbmesser mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes erst in 10^{98} Jahren zurückgelegt werden könnte. Selbst in der Gegend des Mondes würde sich nur eine Dichtigkeit gleich dem 10^{340}ten Theil der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft an der Erdoberfläche ergeben. Ein Medium von so großer Verdünnung würde natürlich weder auf die Intensität noch auf die Richtung der Lichtstrahlen einen merkbaren Einfluß ausüben, wäre aber gleichwohl hinreichend, um unter dem Einflusse der Gravitation und des Mariotte'schen Gesetzes unsere Atmosphäre im Zustande des Gleichgewichts zu erhalten.

Legt man der Rechnung nicht die Temperatur von 0° zu Grunde, sondern setzt man die Temperatur des Weltraums mit Fourier gleich — 60° C., oder gar mit Pouillet gleich — 142° C., so findet man noch kleinere Werthe für die Dichtigkeit des Mediums im Weltraum.

Durch solche und ähnliche Betrachtungen zeigt Zöllner, daß die Annahme einer allgemeinen Verbreitung der atmosphärischen Gase im Weltraum nicht zu Folgerungen führt, welche mit den Thatsachen der Beobachtung in Widerspruch stehen; ja er sucht noch weiter darzuthun, daß die Abwesenheit der Atmosphäre auf unserem Monde und wahrscheinlich auch auf dem Merkur nothwendige Consequenzen dieser Annahmen seien.

Nunmehr wendet er seine Aufmerksamkeit den Erschei=

scheinungen zu, welche eine frei im Weltraum schwebende Flüssigkeitsmasse darbieten muß, wenn sie dem Einflusse einer varibalen Temperatur ausgesetzt ist. Aenderungen der Temperatur werden auch Aenderungen des Aggregatzustandes herbeiführen, die um so intensiver vor sich gehen, je kleiner die Masse ist und je größer die Temperaturschwankungen sind. Gelangen nun flüssige Meteormassen in den Bereich der Anziehungskraft der Sonne, so wird vorzugsweise auf der dieser Wärmequelle zugewandten Seite ein lebhafter Siede- und Verdampfungsprozeß stattfinden, während die auf der entgegengesetzten Seite befindlichen Theile im Schatten des flüssigen Körpers liegen und daher nur indirect, vermöge der durch Strömungen vermittelten Leitung, erwärmt werden können; auf dieser Seite werden daher Condensationserscheinungen eintreten. Derartige Massen werden sich uns also als Körper darbieten müssen, die von einer Dunsthülle umgeben sind, welche sich auf der der Sonne zugewandten Seite fortwährend entwickelt. Je kleiner solche Massen sind, in desto größerer Entfernung von der Sonne werden sie vollständig in Dampfkugeln verwandelt sein und alsdann, in Folge der Durchstrahlbarkeit der ganzen Masse, keine wesentlichen Unterschiede mehr auf der der Sonne zu- und abgewendeten Seite zeigen können.

Einen solchen Anblick bieten uns aber die kleinen Kometen, die vollkommen das Aussehen kugelförmiger Dunstmasse zeigen.

Die Annahme flüssiger kosmischer Massen kann kein Bedenken erregen; denn wenn man den von Schiaparelli nachgewiesenen Zusammenhang zwischen gewissen kleinen Kometen und Meteorschwärmen zugiebt (vergl. Jahrg. IV dieses Jahrb., S. 15) und die Meteormassen als Reste eines zertrümmerten größeren Weltkörpers betrachtet, so kann man sich der Annahme nicht entziehen, daß neben den Trümmern der festen Masse dieses Körpers auch Reste seiner flüssigen Theile im Weltraum vorhanden sein werden. Wenn man dem gegenüber die Frage erhebt, warum zwar vielfach feste, aber keine flüssigen Meteormassen zur Erde niedergefallen sind, so macht Zöllner auf den Vortrag des Prof. Galle über die sogenannten Sternschnuppen-Substanzen (s. Jahrg. IV des Jahrb., S. 15) aufmerksam, in

welchem mehr als 20 einzelne Fälle aus älterer und neuerer Zeit aufgezählt sind, in denen man gelatinöse Massen in unmittelbarer Nähe hat aus der Luft niederfallen sehen. Zöllner ist sonach nicht abgeneigt, einen Theil dieser Gallertmassen, von denen manche als von Vögeln herrührend nachgewiesen sind, dem Volksglauben entsprechend, auf Rechnung von Meteoren zu setzen.

Die Kometen bieten aber noch andere Erscheinungen dar, welche durch die allgemeinen Eigenschaften flüssiger Körper nicht erklärt werden können. Es sind dies in Sonderheit die durch die Spektralanalyse bewiesene eigene Lichtentwickelung und die Bildung der Schweife und ihre eigenthümliche Beziehung zur Sonne.

Zöllner glaubt nun, daß die Annahme einer elektrischen Erregung der Dunsthüllen der Kometen zur Erklärung nicht nur des Selbstleuchtens, sondern auch der Schweifentwickelung mit allen ihren bisher räthselhaften Erscheinungen genügt. Als Ursache der permanenten elektrischen Erregung betrachtet er den permanenten Verdampfungs- und Siedeprozeß, durch welchen die Dunsthülle erzeugt wird. Zwar scheint es nach den Untersuchungen von Pouillet, Faraday und Rieß nicht statthaft, die Verwandlungen des flüssigen Aggregatzustandes in den gasförmigen selbst als Quelle merklicher Elektricitätsentwickelung anzunehmen, wohl aber liegen interessante Beobachtungen vor, welche das Zerstäuben von Wasserstrahlen als eine sehr ergiebige Elektricitätsquelle erscheinen lassen und deshalb erscheint es nicht als zu gewagt, die beim Sieden der Flüssigkeit stattfindende mechanische Trennung und Zerstäubung in feinere Tröpfchen als die eigentliche Ursache des Leuchtens der Kometen anzusehen.

Das Spektrum einer auf diese Weise elektrisch leuchtenden Kometen-Dunsthülle wird nothwendig dasjenige sein, welches beim Uebergange der Elektricität durch die vom flüssigen Kerne entwickelten Dämpfe erhalten wird. Besteht dieser Kern aus verschiedenen Flüssigkeiten, so wird bei schwacher Elektricitätserregung zunächst das Spektrum des Stoffes erscheinen, dessen Emissionsvermögen bei niederen Temperaturen das größere ist. Wenn daher dem Wasser und den flüssigen Kohlenwasserstoffen unter den kosmischen Flüssigkeiten — als Fragmenten zer-

trümmerter Weltkörper — eine hervorragende Rolle eingeräumt werden darf, so können die Spektra der Kometen vorzugsweise nur solche sein, welche den Dämpfen dieser Stoffe und ihren Bestandtheilen angehören. Auf diese Weise würde sich die Analogie und theilweise Coincidenz der bisher beobachteten Kometenspektra mit dem Spektrum des elektrischen Funkens in einer Atmosphäre von Kohlenwasserstoffdämpfen erklären.

Was nun die Schweife und die sonst an den Kometen vorkommenden Erscheinungen anlangt, so erfordern dieselben die Annahme einer bestimmten Beziehung zwischen der Sonne und den Kometen, welche in der gravitirenden, optischen und thermischen Action der ersteren nicht mit enthalten ist. Zöllner unternimmt hier den Nachweis, daß die Annahme einer elektrischen Fernewirkung der Sonne auf alle sie umkreisenden Körper nothwendig und ausreichend ist, um daraus alle wesentlichen und charakteristischen Erscheinungen der Schweife und Dunsthüllen der Kometen abzuleiten.

Damit diese Annahme weniger befremdend erscheine, erinnert Zöllner daran, daß auch unsere Erde, mit Rücksicht auf die überall und stets vorhandene Luftelektricität, als ein von einer permanent elektrischen Atmosphäre umgebener Weltkörper zu betrachten ist. Nach Lamont lassen sich alle Erscheinungen der veränderlichen Spannung der Luftelektricität durch die Annahme einer gewissen permanenten Menge freier negativer Elektricität an der Erdoberfläche erklären. Die Quelle dieser Elektricität kennen wir allerdings nicht zuverlässig, doch ist sie wahrscheinlich in den meteorologischen und vulkanischen Processen zu suchen, die auf und in der Erde sich vollziehen. Vergegenwärtigt man sich nun die fortwährend nnd mit ungeheurer Gewalt aus der Sonne hervorbrechenden Dampf- und Gasströme, welche uns als Protuberanzen erscheinen, so erscheint die Annahme einer starken Elektricitätsentwicklung auf der Sonne nicht blos zulässig, sondern beinahe nothwendig.

Um nun die Schweifentwicklung in einer von der Sonne abgewendeten Richtung bei den Kometen zu erklären, braucht man nur anzunehmen, daß die Elektricität der Sonne gleichartig ist mit derjenigen der Kometendämpfe. Nimmt man letztere, entsprechend der bei der Zerstäubung von Wasserstrahlen ent-

stehenden als negativ an, so ist man also auch genöthigt, auf der Sonnenoberfläche freie negative Elektricität vorauszusetzen. Aendert sich durch irgend welche Umstände das Vorzeichen der Elektricität der Kometendämpfe, so erhält man einen der Sonne zugekehrten Schweif, wie dies z. B. bei dem Kometen von 1823 der Fall gewesen ist, der zwei Schweife besaß, einen der Sonne zu- und einen von ihr abgewendeten, welche einen Winkel von 160° mit einander bildeten.

Es handelt sich aber nicht blos darum, die Stellung der Kometenschweife zu erklären, sondern es gilt auch, die ungeheure Geschwindigkeit begreiflich zu machen, mit welcher dieselben von den Kernen aus gleichsam hervorschießen und sich in wenigen Tagen über Strecken von vielen Millionen Meilen ausbreiten, Erscheinungen, die man sich der aufgestellten Theorie zufolge als wirkliche mechanische Bewegungen der elektrisirten Dampftheilchen zu denken hat. Zöllner macht in dieser Hinsicht darauf aufmerksam, daß die Beschleunigung, welche eine Anzahl kleiner Kugeln von gleichem Stoff von einer anderen, verhältnißmäßig großen durch die Massenattraction erfährt, von dem Durchmesser der ersteren unabhängig und also, bei gleicher Entfernung, bei allen gleich ist; daß dagegen die Beschleunigung, welche diese kleinen Kugeln von der großen empfangen, wenn man sich die Oberflächen der ersteren, wie diejenige der letzteren mit Elektricität von gleicher Dichtigkeit bedeckt denkt, umgekehrt proportional den Durchmessern der elektrisch bewegten Kugeln sein muß. Steht daher ein Körper gleichzeitig unter dem Einflusse der Gravitation und der freien Elektricität eines anderen, so überwiegt bei zunehmender Masse die Gravitation, bei abnehmender Masse dagegen die Elektricität als bewegende Kraft. Daher stehen die Kerne der Kometen, als tropfbarflüssige Massen, unter dem Einflusse der Gravitation, die entwickelten Dämpfe aber, als Aggregate sehr kleiner Massentheilchen, unter dem Einflusse der freien Elektricität der Sonne.

Um eine Vorstellung von der Wirkung der atmosphärischen Elektricität an der Erdoberfläche zu geben, erinnert Zöllner an die Arbeit Hankel's „über die Messung der atmosphärischen Elektricität nach absolutem Maße". Hankel fand „an dem Nachmittage eines ziemlich heiteren Septembertages ... im freien Felde zwischen Leipzig und dem nahen Orte Schönefeld" die

Beschleunigung, welche die Luftelektricität der Masse eines Milligrammes in der Sekunde ertheilt, gleich 70,93 Meter; da nun die Beschleunigung der Schwere 9,809 Meter beträgt, so war die von der Luftelektricität geübte Wirkung mehr als 7 mal so groß, als die der Schwerkraft. Eine Masse von einem Milligramm, in Kugelform und aus einem Stoffe von der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft unter normalen Verhältnißen, würde 11,38 Millim. Durchmesser besitzen. Eine solche Kugel würde, wenn die Erdoberfläche überall mit freier Elektricität von der von Hankel gefundenen Dichtigkeit bedeckt wäre, im widerstandslosen Raume in der Entfernung von 60 Erdhalbmessern die bedeutende Geschwindigkeit von 2767 Metern in der Sekunde erreichen. Setzt man aber voraus, diese Kugel habe nur den 100sten Theil der Masse eines Milligrammes, aber denselben Durchmesser (11,38 Millim.), und sie stehe unter dem Einflusse der Sonne, die mit freier Elektricität von derselben Dichte, wie oben bei der Erde vorausgesetzt wurde, bedeckt sein mag, so ergiebt sich die Geschwindigkeit, welche diese Kugel in der mittleren Entfernung des Merkur erlangt hat, wenn sie die Sonnenoberfläche mit der Geschwindigkeit Null verließ, gleich 408,4 geogr. Meilen. Ein gleichförmig mit dieser Geschwindigkeit bewegter Körper würde in zwei Tagen einen Weg von 70 540 000 geogr. Meilen zurücklegen. Es hat aber der große Komet von 1680 in der Nähe seines Perihels nach den Bemerkungen Newtons wirklich innerhalb zweier Tage einen Schweif von etwa 60 Mill. Meilen entwickelt, so daß also der oben angeführte Werth in der That eine Größe von derselben Ordnung ist, wie die Geschwindigkeit, mit welcher sich erfahrungsmäßig die Kometenschweife entwickeln und verlängern.

Nach diesen Auseinandersetzungen glaubt Zöllner, daß *es zur Erklärung der wesentlichsten Erscheinungen der Kometen genügt, der Sonnenoberfläche selbst quantitativ nur diejenigen elektrischen Eigenschaften beizulegen, welche man durch directe Beobachtungen an der Erdoberfläche nachzuweisen im Stande ist.* Dabei ist die Möglichkeit blitzartiger Entladungen innerhalb der Schweife und Hüllen nicht ausgeschlossen, ja einzelne an einigen Kometen gemachte Beobachtungen scheinen direct auf solche Prozesse zu deuten.

Der Einfluß der Elektricität der Sonne im Vergleich zur Gravitation auf die Kometenkerne muß nach den früheren Auseinandersetzungen als verschwindend klein betrachtet werden, und die Kerne werden sich daher genau nach den Kepler'schen Gesetzen bewegen. Selbst ein Kometenkern von der Masse nur eines Grammes Wasser würde unter den früher gemachten Annahmen 3914 mal stärker durch die Gravitation als durch die Elektricität der Sonne afficirt werden. Ebenso verschwindend gestaltet sich auch der Einfluß der letzteren auf die elektrischen Erscheinungen an der Erdoberfläche, indem dieselbe nur den 46150sten Theil der angenommenen Quantität der Luftelektricität beträgt.

Dagegen zeigt Zöllner, daß die Erde und andere Planeten, wenn dieselben ektrische Eigenschaften besitzen, bemerkenswerthe elektrische Störungen auf die Kometenschweife ausüben können. Es wird nämlich die elektrische Fernewirkung von Sonne und Erde gleich sein an einem Punkte, welcher der Sonne um 3,6 Mondbahnhalbmesser näher liegt, als der Erde, und für einen Punkt des Mondes wird die elektrische Wirkung der Erde 12,8 mal so groß sein, als die der Sonne. Es kann daher bei großen Kometen die Gestalt des Schweifes recht wohl durch elektrische Fernewirkung der Planeten, z. B. der Venus, beeinflußt werden, und vielleicht ist hierdurch die anomale Einbiegung zu erklären, welche zuweilen an den Schweifen großer Kometen, z. B. beim Donati'schen, beobachtet wurden.

Zöllner macht hier eine kleine Digression von seinem Thema, die wir nicht unerwähnt lassen können. In einer früheren geologischen Epoche, als die Erde vermöge ihrer eignen hohen Temperatur noch große Wärmemengen aussandte, muß durch diese Wärmeausstrahlung auf der uns zugekehrten Mondseite ein lebhafter Verdampfungsprozeß erregt worden sein, dessen Producte sich auf der von uns abgewendeten kühleren Seite unseres Trabanten abgesetzt haben mögen. Durch diesen Prozeß ist wahrscheinlich die ursprünglich gleichmäßige Vertheilung der Mondmasse so verändert worden, daß, entsprechend dem von Hansen gewonnenen Resultate (Jahrg. VI dieses Jahrb. S. 41), der Schwerpunkt weiter nach der uns abgewendeten Seite verlegt und namentlich alle verdampfungsfähige Masse von der uns zugekehrten Seite entfernt worden ist. In jener früheren

Periode mag auch der Mond den Beobachtern anderer Welten den Anblick eines Körpers dargeboten haben, dessen Dampfhülle wie ein Kometenschweif von der Erde abgestoßen wurde und unter dem gleichartigen Einflusse der elektrischen Fernewirkung von Sonne und Erde zur Zeit des Neumondes sich in Form eines parabolisch oder hyperbolisch gekrümmten Bogens in der Ebene der Mondbahn ausbreitete, zur Zeit des Vollmondes aber sich in einen von Erde und Sonne abgewendeten Schweif verwandelte. Die Rudimente dieses Kometenschweifes glaubt Zöllner noch jetzt in dem Zodiacallicht zu erblicken, wie er denn auch der Ansicht ist, daß der Verdampfungsprozeß an der Mondoberfläche sich noch in den beweglichen und entfernteren Theilen der Sonnen-Corona bei totalen Sonnenfinsternissen kundgiebt. Auf diese Weise würde sich die spektroskopische Uebereinstimmung zwischen dem Zodiacallichte, der Corona, dem Nordlichte und der von Angström beobachteten Phosphorescen des dunkeln Himmelsgrundes, sowie auch die Beobachtung von Harkneß und Maclear, welche bei der Finsterniß vom 22. December 1870 überall auf der dunkeln Mondscheibe helle Linien der Corona erkannten, auf ungezwungene Weise erklären.

Außer den oben besprochenen bleiben nun noch folgende Erscheinungen zu erklären übrig:

die Krümmung der Kometenschweife in der Nähe des Perihels,

die Vervielfältigung der concentrischen Dunsthüllen am Kopfe des Kometen,

die von Bessel am Halley'schen Kometen beobachtete oscillirende Bewegung der Ausströmung und

die Contraction der Dunsthüllen in der Nähe des Perihels.

Was den ersten Punkt anlangt, so hat schon Olbers im Jahre 1812 bei Betrachtung des Kometen von 1811 aus der Form des Schweifes den Schluß gezogen, „daß die von dem Kometen und seiner eigenthümlichen Atmosphäre entwickelten Dämpfe sowohl von diesem selbst, als von der Sonne abgestoßen werden" und sich da „anhäufen, wo die Repulsivkraft des Kometen, die wahrscheinlich umgekehrt wie das Quadrat des Abstandes vom Kern abnimmt, von der Repulsivkraft der Sonne überwogen zu werden anfängt." Olbers hat übrigens auch bei dieser Repulsivkraft schon an die Elektricität gedacht. „Ent-

halten kann man sich indessen schwerlich, dabei an etwas unseren elektrischen Anziehungen und Abstoßungen anologes zu denken. Warum sollte auch diese mächtige Naturkraft, von der wir in unserer feuchten, stets leitenden Atmosphäre schon so bedeutende Wirkungen sehen, nicht im großen Weltall nach einem weit über unsere kleinlichen Begriffe gehenden Maßstabe wirksam sein?" Olbers ist aber nicht bei allgemeinen Betrachtungen stehen geblieben, sondern hat sich über die Wirkungen der Repulsivkraft klare Rechenschaft zu geben versucht. Er hebt u. a. hervor, daß, wenn man von den anziehenden und abstoßenden Wirkungen des Kometenkernes abstrahirt, jedes Dunstpartikelchen des Kometen eine gegen die Sonne convexe Hyperbel beschreiben muß, in deren entfernteren Focus die Sonne liegt. „Es sind also nicht immer dieselben Theilchen, die wir in dem Kometenschweife schimmern sehen. Nein! unaufhörlich entwickeln sich neue Stoffe aus seinem Körper und seiner eigenthümlichen Atmosphäre, die mit erstaunenswürdiger Geschwindigkeit von dem Kometen abwärts strömen, um sich endlich in den weiten Himmelsraum zu verlieren."

Fünfundzwanzig Jahre später hat dann Bessel in seiner Arbeit über die physische Beschaffenheit des Halley'schen Kometen die Bewegungen der vom Kometenkerne ausgestoßenen Dampftheilchen auf analytischem Wege entwickelt und die erhaltenen Resultate mit den Beobachtungen über die Krümmung des Schweifes und über die Bewegung seiner Bestandtheile verglichen. Als Gesammtergebniß aller dieser Untersuchungen, denen die Annahme einer im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung wirkenden Abstoßungskraft zu Grunde liegt, stellt sich der Satz dar: „Man kann also an der abstoßenden Kraft der Sonne, in Beziehung auf die Kometenschweife, nicht zweifeln."

Mit gutem Recht beruft sich Zöllner zur Bestätigung seiner Theorie auf Olbers und Bessel und seine volle Uebereinstimmung mit diesen Forschern; „was zwei Männer von solcher Vorsicht und solchem Charakter als Endesultate mühevoller und gewissenhafter Untersuchungen übereinstimmend als Gewißheit aussprechen, wird man wohl als erwiesene Thatsache aufzunehmen berechtigt sein."

Sehr einfach erklärt nun Zöllner die Vervielfältigung

der concentrischen Dunsthüllen am Kopfe des Kometen, wie sie u. a. am Kopfe des Donati'schen Kometen sehr schön und in auffallender Weise am 29. Sept. 1858 beobachtet worden ist.

Die allgemeine Form der Dunsthülle, deren Scheitel der Sonne zugewendet ist, denkt er sich in derselben Weise entstanden, wie dies Olbers thut. Nur tritt an die Stelle der Repulsivkraft des Kometenkernes die Expansionskraft der sich entwickelten Dämpfe, und die Repulsivkraft der Sonne denkt er sich bestimmt als elektrische Abstoßung der Sonne auf die gleichnamig elektrisch erregten Dämpfe der Kometen. Der Bildungsprozeß dieser parabolischen Dunsthülle muß sich nun nach Zöllners Theorie mehrfach wiederholen. Die vom Kerne durch Insolation erzeugten Dämpfe müssen sich nämlich stets sehr nahe im Maximum ihrer Spannkraft befinden. Jede Druckvermehrung oder Temperaturverminderung muß folglich unmittelbar von einer entsprechenden Nebelbildung begleitet sein. Eine solche Nebelbildung wird also auch in der parabolischen Schicht stattfinden, wo die vom Kerne ausgestoßenen Dampftheilchen die Richtung ihrer Bewegung in Folge der elektrischen Repulsion der Sonne umkehren, indem hier nothwendig ein geringerer Abstand der Dampftheilchen und deshalb eine größere Dichtigkeit der Dämpfe eintreten muß. Die auf diese Weise in der parabolischen Schicht erzeugten Flüssigkeitströpfchen oder Bläschen stehen aber gleichfalls unter dem Einflusse der Wärmestrahlung der Sonne, sie werden sogar einen geringen Theil dieser Wärme aufsaugen und so eine Art Schirm um den Kern bilden; hierdurch wird in jener ersten parabolischen Schicht zum zweiten Male ein Verdampfungsprozeß eingeleitet, bei welchem jedes Tröpfchen gleichsam als ein neuer kleiner Kometenkern betrachtet werden kann. Auf diese Weise ergiebt sich die Bildung der zweiten, schwächeren parabolischen Hülle, welcher in analoger Weise leicht noch mehrere folgen können.

Demnächst wird die oscillirende Bewegung der leuchtenden nach der Sonne gerichteten Ausströmung in Betracht gezogen, die Bessel an dem Halley'schen Kometen bei seiner Erscheinung im Jahre 1835 beobachtet hat und die diesem Kometen, nach Bessels Ausdruck, das Ansehen einer brennenden Rakete gab. Dieser ausströmende Lichtkegel entfernte

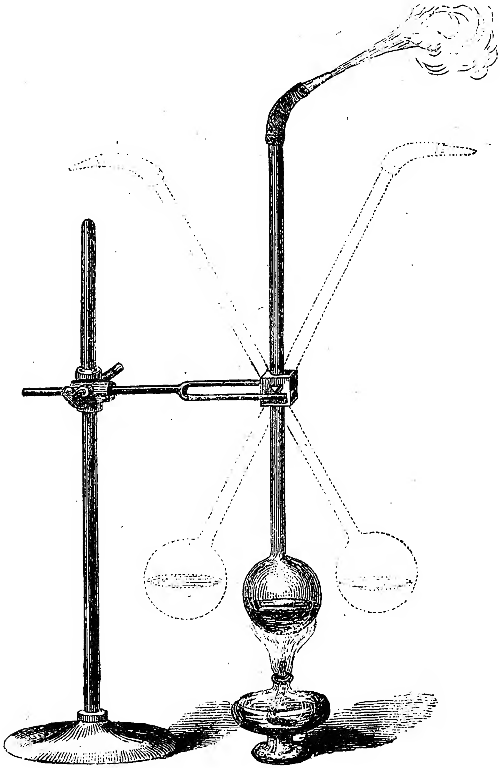
sich von seiner nach der Sonne hin gerichteten Mittellage, sowohl nach links als nach rechts, beträchtlich, kehrte aber immer wieder in diese Richtung zurück, um dann auf die andere Seite überzugehen. Bessel glaubte sich durch diese Beobachtungen zu der Annahme einer Polarkraft genöthigt, welche bestrebt sei, den einen Halbmesser des Kometen zu der Sonne zu wenden, den entgegengesetzten aber von ihr abzuwenden; Zöllner dagegen ist der Ansicht, daß diese Oscillationen der Ausströmung und die damit verbundenen Variationen ihrer Intensität sich durch die Reaction des ausströmenden Dampfes auf die flüssige Masse des Kernes erklären lassen.

Der flüssige Kern des Kometen wird, den Gesetzen des Gleichgewichts folgend, eine Kugelform annehmen. Wird nun aus dieser Kugel an der der Sonne zugewandten Stelle in Folge der Wärmestrahlung der letzteren ein Dampfstrahl entwickelt, so wird derselbe nur dann kein Reaction ausüben, wenn er genau nach der Sonne zugewendet ist. Tritt aber, was bei der leichten Beweglichkeit des Ganzen leicht möglich, eine Verschiebung der Ausstrahlungsöffnung ein, so wird die Reaction des Dampfstrahles sich bemerklich machen, und die ganze Masse wird sich aus ihrer Gleichgewichtslage drehen. Dabei aber muß der Dampfstrahl immer schwächer werden, weil die Austrittsöffnung sich mehr und mehr von der Stellung der senkrechteu Bestrahlung entfernt; die Folge ist ein allmäliges Aufhören der Bewegung und eine Rückwärtsbewegung, welches aber nicht in der eigentlichen Gleichgewichtsstellung aufhört, sondern pendelartig darüber hinausgeht, worauf der Vorgang auf der andern Seite sich in ganz gleicher Weise wiederholt.

Zöllner hat zur Demonstration dieser Wirkungsweise den in nachfolgender Figur dargestelten kleinen Apparat angegeben. Am unteren Ende einer pendelartig aufgehängten Glasröhre befindet sich eine theilweise mit Wasser gefüllte Kugel, die in ihrer Gleichgewichtslage im Mantel einer Flamme steht; es entwickeln sich dann Dämpfe, die durch die obere Oeffnung entweichen, deren Beweglichkeit durch ein kurzes Stück Gummischlauch vermittelt wird. In Folge des seitlichen Ausströmens wird das Pendel abgelenkt, die Kugel wird aus der Flamme gerückt und die Dampfentwickelung hört auf, worauf das Pendel zurück geht, und indem es abermals seine Gleichgewichtslage passirt, erhält

es bei umgekehrt gerichteter Mündung entgegengesetzten Druck, daher es eine Ausweichung nach der anderen Seite macht.

Fig. 1.



Endlich bleibt noch die eigenthümliche Contraction der Dunsthülle zu erklären, welche die Kometen bei ihrem Durchgange durch das Perihel zeigen. Zöllner setzte dieselbe auf Rechnung der gesteigerten elektrischen Wirkung in der Sonnennähe, und beruft sich zur Rechtfertigung seiner Ansicht auf einen

schon vor längerer Zeit veröffentlichten Versuch von Albert Fuchs in Preßburg. Letzterer fand nämlich, daß der in viele divergirende einzelne Tropfen aufgelöste aufsteigende Strahl eines kleinen Springbrunnens sich sofort in eine geradlinig aufsteigende Säule zusammenzog, als man einen schwach elektrischen Körper z. B. ein mit Seide geriebenes Glasrohr ihm bis auf 4 bis 5 Schritte näherte. Ein freier Springbrunnen soll nach Fuchs zur Nachweisung geringer Elektricitätsmengen sich ebenso gut eignen, wie ein Goldblatt-Elektrometer, ja seine Empfindlichkeit soll die des letzteren bei feuchter Luft noch übertreffen. Wahrscheinlich werden in Folge der Annäherung des elektrischen Körpers die einzelnen Tropfen des Wasserstrahles durch Vertheilung elektrisch, kehren einander die mit entgegengesetzten Elektricitäten beladenen Seiten zu und ziehen sich daher an.

Außer auf diese Hauptpunkte geht Zöllner auch noch auf einige andere interessante Fragen ein. So hat Olbers in der erwähnten Arbeit eine Classification der Kometen gegeben, von denen er drei Arten unterscheidet:

1. Kometen, bei denen sich keine Stoffe entwickeln, auf welche die Sonne eine Repulsivkraft ausübt, die immer schweiflos bleiben;

2. Kometen, bei denen blos eine Repulsivkraft der Sonne, keine des Kometenkernes wahrnehmbar ist; die daher auf der der Sonne zugewendeten Seite keine Schweifmaterie erkennen lassen;

3. Kometen, bei denen sowohl eine Repulsivkraft der Sonne als eine solche des Kometenkernes bemerkbar ist; man kann hierher alle Kometen rechnen, bei denen man in der Mitte des Schweifes eine breite dunkle Bande wahrgenommen hat.

Nach Zöllners Theorie sind die Kometen der ersten Klasse solche, welche sehr wenig Masse haben, sich daher in der Sonnennähe ganz in Dampf auflösen, daher hier die elektrische Erregung und damit auch die elektrische Repulsion der Sonne wegfällt. Die Kometen der zweiten Klasse aber bestehen aus flüssigen kosmischen Massen, welche einen hohen Siedepunkt, oder eine große specifische Wärme besitzen, deren durch Insolation der Sonne erzeugten Dämpfe daher nur eine geringe Spannkraft besitzen und daher schon in sehr geringern Abstande vom Kerne von der der Sonne zugewandten Seite unter dem Einflüsse der Re=

pulsivkraft der letzteren abgelenkt und in den Schweif übergeführt werden.

Nach dem, was über die Stabilität kosmischer Massen gesagt worden ist, ist klar, daß bei jeder Temperatursteigerung des Weltraumes eine Anzahl der kleinen Kometen, deren Gesammtzahl wahrscheinlich viel bedeutender ist, als die der größeren, verschwinden muß, weil die nebelartigen Condensationsproducte, welche diese Himmelskörper sichtbar machen, alsdann durch die Wärme aufgelöst werden. Da nun die Sonne mit Rücksicht auf den periodischen Wechsel in der Häufigkeit der Sonnenflecken als eine periodisch veränderliche Wärmequelle zu betrachten ist, so ist zu erwarten, daß die Anzahl der jährlich sichtbaren kleinen Kometen periodischen Schwankungen unterworfen sei, deren Maxima und Minima denen der Sonnenflecken folgen. Auf eine solche Periodicität in der Häufigkeit der kleinen Kometen hat aber Bruhns schon im Februar 1867 aufmerksam gemacht, indem er besonders auf die Jahre 1843 und 1844, sowie 1856, in denen keine neuen Kometen entdeckt wurden, sowie 1865 und 1866 hinweist, und hervorhebt, daß die größten Lücken im Erscheinen dieser Körper mit den Zeiten der Sonnenfleckenminima zusammenfallen.

Die von Zöllner in dieser Arbeit ausgesprochenen Grundgedanken machen keinen Anspruch auf absolute Neuheit, im Gegentheile macht der Autor selbst ausdrücklich aufmerksam auf seine Uebereinstimmung mit älteren Forschern. Unter diesen ist vor allen Dingen Kepler zu nennen, der seine Ansichten über den Ursprung und die physische Beschaffenheit der Kometen bei Gelegenheit der Beschreibung des Kometen von 1607 ziemlich eingehend auseinandergesetzt hat. Es ist seine „einfältige Meinung, daß, wie es natürlich, daß aus jeder Erde ein Kraut wächst, auch ohne Saamen, und in jedem Wasser, sonderlich im weiten Meere, Fische wachsen und darinnen umschweben, also daß auch das große öde Meer Oceanus nicht allerdings leer bleibe, . . . allermaßen sey es auch mit der himmlischen, überall durchgängigen und ledigen Luft beschaffen, daß nämlich dieselbige diese Art habe, aus ihr selber die Kometen zu gebären, damit sie, wie weit die auch sey, an allen Orten von den Kometen durchgangen werde und also nicht allerdings leer bleibe. Wann sie etwa an einem Ort dick wird, also daß die Sonne und die Sterne

ihre Strahlen nicht wohl hindurch schießen und auf Erden leuchten können, alsdann ist es Zeit, und bringt es dieser himlischen Lufft lebhaffte Natur mit sich, daß solche dicke, feiste Materi gleichsam als ein Apostem zusammengezogen und ihrer Natur nach erleuchtet und wie andere Sterne mit einer Bewegung begabt werde ... Solcher Cometen halte ich der Himmel so voll sehe, als das Meer voller Fische ist.... Wann nun also ein durchsichtige liechte Kugel oder Klumpff im Himmel schwebt und die Sonne mit ihren rechtlinischen Straalen darauff trifft, denselben auch durchgehet, so halt ich, daß solche Straalen etwas von der Materi der Cometen-Kugel mit sich davon führen und also den Cometen bleichen, waschen, saigern, durchtreiben und endlich gar vertilgen ... Daß ich gesagt, die Sonnenstraalen durchgehen das corpus des Cometens und nehmen augenblicklich etwas von dessen Materi mit sich ihren Weg hinaus, von der Sonnen entan, daher halt ich, komme der Schwantz des Cometens, der sich allwegen von der Sonne entan streckt. Denn es unmüglich, daß der Sonnenstraalen sonst sollten in der klaren reinen himlischen Lufft hinter dem Cometen sichtbar werden, wenn sie nicht eine Materi hätten ... Ingleichen es unmüglich ist, daß der Sonnenschein sich in der freyen himlischen Lufft krümmen sollte, wie etlicher Cometen Schwäntze krump erscheinen, denn des Liechts Fall und Straalenschüsse gehen in einer rechten Lini. Derowegen mehr vermuthlich daß solche krumpe Cometen-Schwäntze besagter maßen ihre aus den Cometen fließende Materi haben, welcher materialische Fluß sich von mehrerley Ursachen wegen, von der rechten ausgestreckten oppositione Solis krümmen kann, als zum Exempel, wenn ein Wind drein bliese (welches ich nur Exempelsweiße rede), oder wenn des Cometen Kopff so schnelles Lauffs, daß er die vor den Sonnenstraalen ausgetriebene Materi hinter seiner ließe."

Kepler denkt sich also die Kometenschweife als Resultate der Verdunstung des Kernes in Folge der Sonnenstrahlung und stimmt darin vollständig mit der Zöllner'schen Grundansicht überein.

Etwas abweichend sind die Ansichten, welche Newton über diesen Gegenstand ausgesprochen hat. Er hält die Kerne der Kometen für feste Massen, denen der Planeten ähnlich, denn wären es nur Dämpfe oder Aushauchungen der Erde, der Sonne

und Planeten, so würden sie bei der Annäherung an die Sonne, in Folge der im quadratischen Verhältnisse zunehmenden Intensität der Sonnenstrahlen, verflüchtigt und aufgelöst werden. Die Schweife aber läßt Newton durch den Einfluß der Sonnenwärme aus den Köpfen der Kometen sich entwickeln und ihre Entwickelung in einer von der Sonne abgewandten Richtung denkt er sich ähnlich dem Aufsteigen von erhitzten Luft- und Rauchmassen in unserer Atmosphäre. Er ist daher genöthigt, im ganzen Weltraum ein durchsichtiges, gasförmiges Medium anzunehmen, in welchem sich die dampfförmige Materie der Kometenschweife nach dem Archimedischen Princip bewegt. Auch entwickelt er eine Methode zur Bestimmung der Zeit, welche die Dampftheilchen bei verschiedenen Abständen des Kometen von der Sonne gebrauchen, um vom Kopfe bis zum Ende des Schweifes zu gelangen, und diese Methode, welche Newton zunächst auf den großen Kometen von 1680 angewandt hat, ist in gleicher Weise auch auf die von Zöllner vorgetragene elektrische Theorie anwendbar. In der That hat Olbers bei Besprechung des Kometen von 1811 unter Voraussetzung einer Repulsivkraft der Sonne die Methode Newtons auf den Schweif jenes Kometen angewandt.

Das Verhältniß der Zöllner'schen Theorie zu den classischen Arbeiten von O l b e r s und von B e s s e l ist schon früher hinlänglich klar auseinandergesetzt worden: Zöllner fußt bei seiner Theorie wesentlich auf jenen Arbeiten. Wenn er dabei statt der von Bessel angenommenen unbestimmten Polarkraft die Elektricität setzt, also eine bereits bekannte, in ihrer Wirkungsweise erforschte Kraft, so ist dies jedenfalls als ein weiterer Schritt zur rationellen Erklärung der Erscheinungen, welche uns die Kometen darbieten, zu betrachten. Denn durch die Annahme neuer Kräfte wird wenig oder nichts erklärt. Aus diesem Grunde st die Kometentheorie, welche der französische Akademiker F a y e vor einer Reihe von Jahren (1862) veröffentlicht und neuerdings (Herbst 1871) wieder vorgetragen hat, zurückzuweisen.

Nach F a y e übt nämlich d i e S o n n e e i n e a b s t o ß e n d e W i r k u n g auf die Körper aus; diese Wirkung ist aber nicht proportional den Massen, wie die Attraction, sondern p r o p o r t i o n a l d e n O b e r f l ä c h e n. Während ferner die Massenattraction durch die Körper hindurch wirkt, wird die Faye'sche

Repulsivkraft durch die Körper aufgehalten, ebenso wie ein Schirm Licht- und Wärmestrahlen aufhält. Die Fortpflanzung dieser Kraft erfordert eine gewisse Zeit, ähnlich wie die Fortpflanzung der Licht- oder Wärmestrahlen. Endlich ist die Repulsivkraft nicht eine allgemeine Eigenschaft der Körper, sondern sie scheint im Sonnensystem nur der Sonne eigenthümlich zu sein. Diese Kraft soll nach Faye nicht blos zur Erklärung der Erscheinungen, welche die Form der Kometen und ihrer Schweife darbietet, ausreichen, sondern es soll sich daraus auch die Beschleunigung des Umlaufs herleiten lassen, die man beim Encke'schen Kometen beobachtet und von welcher man auf das Vorhandensein eines widerstehenden Mittels, im Weltraum geschlossen hat.

Bei dieser Gelegenheit mag auch der Hypothese über die Natur der Kometen Erwähnung geschehen, welche der englische Physiker Tyndall vor einiger Zeit aufgestellt hat.

Nach Tyndalls Annahme besteht ein Komet aus einem Dampfe, der durch das Sonnenlicht zersetzt wird: der sichtbare Kopf und Schweif besteht aus der dadurch erzeugten leuchtenden Wolke. Der Schweif ist nicht aus dem Kopfe ausströmende Materie, sondern Materie, welche auf den Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Kometenatmosphäre niedergeschlagen wird. Die schnelle Entwickelung der Schweife erklärt sich einfach hieraus; man braucht nicht länger anzunehmen, daß die Materie derselben mit einer unglaublichen Geschwindigkeit in den Weltraum hinaus geschleudert wird.

Tyndall stützt sich bei dieser Theorie auf Versuche, über welche früher schon (Jahrg. VI, S. 107 u. f.) in diesem Jahrbuche kurz berichtet worden ist. Wenn man das Licht einer elektrischen Lampe durch eine Glasröhre gehen läßt, in welcher sich eine geringe Menge Dampf gewisser Flüssigkeiten befindet, so entsteht eine hell leuchtende Wolke. Am schönsten gelingt der Versuch mit Allyljodid, einer aus Glycerin hergestellten Jodverbindung, deren Siedepunkt etwas über dem des Wassers liegt. Enthält die Luft, welche die Glasröhre erfüllt, nur die geringste Menge von Dämpfen dieses Körpers, so bildet sich unter dem Einflusse des elektrischen Lichtes eine leuchtend blaue Wolke, die immer heller wird und später ein glänzend weißes Licht ausstrahlt, wobei sie ganz durchsichtig bleibt, so daß man bequem Druck-

schirft durch dieselbe hindurch lesen kann. Es sind nach Tyndall die chemischen Strahlen, welche diese Erscheinung hervorrufen, indem sie die flüchtigen Verbindungen zersetzen, während die weniger flüchtigen sich in höchst fein vertheiltem Zustande absondern, das Licht reflectiren und so die leuchtende Wolke bilden. Die Versuche zeigen, daß Materie im Zustande fast unendlicher Verdünnung noch das Vermögen besitzt, das Licht zu reflectiren, und es findet auf diese Weise die verschwindend geringe Masse der Kometen ihre Erklärung. Tyndall bemerkt, daß schon wenige Unzen Allyljodid hinreichen, um eine leuchtende Wolke von der Größe und Helligkeit des Donati'schen Kometen zu bilden, und nach Herschel ist das Gewicht gewisser Kometen auch nicht größer.

Zwar ist nicht zu verkennen, daß diese Theorie manche Erscheinungen, welche uns die Kometen darbieten, in recht einfacher Weise erklärt, aber der von Roscoe*) ausgesprochenen Meinung, daß sie „alle Erscheinungen, welche bei Kometen beobachtet worden sind, in sehr ungezwungener Weise" erkläre, kann man wohl kaum beipflichten; läßt sie uns doch ohne allen Aufschluß über die durch das Spektroskop nachgewiesene eigene Lichtentwickelung der Kometen, sowie über die oscillirenden Bewegungen der nach der Sonne gerichteten Ausströmungen u. A. Auch erscheint es immerhin bedenklich, einen Laboratoriumversuch, wie den von Tyndall erwähnten, unmittelbar als Analogon von Vorgängen in so großen Maßstabe aufzufassen.

In neuester Zeit endlich ist noch W. Zenker in den „Astron. Nachrichten (Nr. 1890—93) mit einer Kometentheorie aufgetreten, deren wesentlichste Punkte wir unseren Lesern hier vorführen wollen.

Zenker bestreitet zunächst die Möglichkeit einer von der Sonne oder von einem anderen Himmelskörper ausgehenden elektrischen Anziehung oder Abstoßung und dadurch die Möglichkeit, die Kometenschweife nach Zöllner's Art zu erklären. Denn, wenn auch an dem Vorhandensein gewaltiger elektrischer Prozesse auf der Sonne nicht zu zweifeln sei, so müsse doch in Betracht gezogen werden, daß alle Elektricitäts-Entwickelung eigentlich nur eine Trennung der beiden Elektricitäten sei;

---

*) Die Spectralanalyse in einer Reihe von sechs Vorlesungen. Deutsch von C. Schorlemmer. Braunschweig, 1870. —

die Wirkungen der beiden getrennten Elektricitäten auf einen in größerer Entfernung befindlichen Körper seien aber gleich groß und dabei in entgegengesetztem Sinne gerichtet, die Gesammtwirkung daher gleich Null. Nur wenn die eine Elektricität entweichen könnte, würde eine elektrische Fernewirkung des Sonnenkörpers möglich sein, eine solche Entfernung, etwa durch Fortschleuderung eruptiver Massen, sei aber nicht anzunehmen. Auch sei es undenkbar, daß die Sonne von jeher einen Ueberschuß von der einen Art von Elektricität besitze; denn dann würden die Theilchen der Sonne selbst sich abstoßen und vom Centrum entfernen, es müßte also derselbe Vorgang auf der Sonnenoberfläche stattfinden, durch den Zöllner die Schweifbildung der Kometen zu erklären sucht.

Während aber Zenker mit Zöllner rücksichtlich der elektrischen Natur der Sonne im Widerspruch ist, stimmt er mit ihm hinsichtlich seiner Vorstellung über den Kern der Kometen überein. Er nimmt nämlich gleichfalls an, daß Wasser und flüssige Kohlenwasserstöffe die Hauptbestandtheile der Kometenkerne seien; nur denkt sich Zenker das Wasser in fester Form, als Eis, eine Folge des langen Aufenthaltes des Kometen in fernen Gegenden des Weltraumes, deren Temperatur Fourier zu — 60°, Pouillet auf — 142° C. veranschlagt hat. Nähert er sich nun der Sonne, so wird zwar auf der der letzteren zugekehrten Seite eine lebhafte Verdampfung aus den obersten Schichten eintreten, aber nur ein geringer Theil der Wärme wird in die tieferen Schichten eindringen, und falls der Komet nicht etwa rotirt, befindet sich die von der Sonne abgekehrte Seite desselben immer im Schatten und fährt fort, ihre spärlichen Wärmereste in den Weltraum auszustrahlen, so daß während des kurzen Aufenthaltes in der Sonnennähe keineswegs der ganze Komet durchwärmt und das Eis bis in größere Tiefen geschmolzen werden kann.

Da die entwickelten Dämpfe sich nach allen Seiten hin rasch verbreiten, so genügt die in ihnen enthaltene latente Wärme bald nicht mehr zur Erhaltung des gasförmigen Zustandes, vielmehr muß ein großer Theil des verdampften Wassers wieder zu Tropfen, Schneeflocken oder Eisbällen condensirt werden; doch dürften Tropfen nur etwa in nächster Nähe der Sonne gebildet werden.

Ein großes Gewicht bei Erklärung der Schweifbildung legt Zenker auf den Rückstoß des Dampfes, der sich aus diesen kleinen, durch Condensation gebildeten Massen auf der der Sonne zugekehrten Seite entwickelt. Diese kleinen Eisbälle und Schneeflocken werden in Folge dieser Reaction in solifugaler Richtung fortbewegt werden wie Raketen, deren Ausströmungsöffnungen nach der Sonne gerichtet sind. Ihre Bewegung muß, da sich der Anstoß stetig erneut, eine beschleunigte sein, und zwar wird die Beschleunigung selbst zunehmen in dem Maße, wie die kleinen Massen oder Bälle durch Verdampfung kleiner werden.

Da die dunkeln Strahlen des Spektrums von Wasser und Eis mit großer Energie absorbirt werden, so genügt nach Zenker die dünnste Schicht Eis oder Wasser, um den größten Theil der in den ultravioletten Strahlen der Sonne enthaltenen Wärmemenge zu absorbiren; in Folge dessen wird nur die der Sonne zugekehrte Seite des Eisballes die Zufuhr der Wärme erfahren, während die leuchtenden Strahlen durch die übrigen Schichten des Balles gehen ohne dieselben merklich zu erwärmen. Nur bei sehr rascher Rotation des Balles wird die Erwärmung ringsum gleichmäßig. Nur unter dieser Voraussetzung hebt sich die durch die Dampfentwickelung erzeugte Reaction auf, und ein solcher Ball hat daher kein Bestreben, sich fortzubewegen.

Diese Bälle, welche in Folge der Reaction der sich entwickelnden Wasserdämpfe sich in solifugaler Richtung fortbewegen, treten aber nicht blos einzeln, sondern in kolossalen Schaaren auf: es handelt sich um die ganze Wassermasse, welche von einer vielleicht 10000 Quadratmeilen großen Wasserfläche als Dampf emporsteigt, und zwar bei unausgesetzter Insolation und ohne daß die mindestens 25 Procent Strahlen fehlen, welche nach Pouillet von der Erdatmosphäre absorbirt werden. Es werden daher Schneegestöber und Eisschauer entstehen, die allerdings wegen der größeren Ausbreitung dieser Dämpfe wahrscheinlich hundertfach weniger dicht sind, als die unsrigen. Da die Geschwindigkeiten, wie auch die Richtungen der einzelnen Bälle sehr verschieden sind, so werden sie sich fortwährend kreuzen und vielfach verschmelzen. Solche verschmolzene Bälle gehen dann mit der bereits erlangten Bewegungsgröße weiter, bewahren aber ihre Existenz als Ball länger, als wenn sie einzeln geblieben wären, und erlangen dem entsprechend auch eine weit größere

Geschwindigkeit. Die Häufigkeit dieser Vorkommnisse steht im geraden Verhältniße zur Stückzahl der in den Eisschauern auf gleichem Raume enthaltenen Bälle, daher im umgekehrten einerseits zur Größe der Bälle, andererseits zum Quadrate des Kometenabstandes von der Sonne. Zenker erklärt auf diese Weise die Erfahrung, daß die Kometenschweife um so größer werden und mit um so bedeutenderer Geschwindigkeit hervorströmen, je näher der Komet der Sonne ist, je gewaltiger also die Wärmestrahlen dampfbildend auf seine Oberfläche wirken. Ein größerer Kometenkern wird unter übrigens gleichen Verhältnissen auch einen größeren Schweif aussenden, und die reißend schnellen Nebenschweife müssen aus den dichtesten Theilen des Hauptschweifes hervorbrechen.

Im Ganzen faßt Zenker seine Ansicht dahin zusammen, daß keine Beobachtungeu über Schweifbildung von Kometen vorliegen, die sich nicht durch die in vorstehender Theorie entwickelte Möglichkeit des Verschmelzens der Bälle vollständig erklären ließe. „Selbst der Fall des Kometen von 1680, aus dem sich in nächster Nähe der Sonne innerhalb zweier Tage ein Schweif von 60 Millionen Meilen Länge entwickelt hatte, ist völlig erklärbar, wenn man nur die Verschmelzung der Bälle als so häufig annimmt, daß es sich rechtfertigt, die Bewegung derselben als eine gleichmäßig beschleunigte anzusehen." Man wird aber nicht eher berechtigt sein, die Action hypothetischer Kräfte zur Erklärung der Schweifbildung heranzuziehen, bevor nicht bewiesen ist, daß die nicht hypothetische Kraft des Rückstoßes, auch unter den günstigsten begleitenden Verhältnissen, dazu nicht genügt.

Was nun das Licht der Kometen anlangt, so ist dasselbe theils reflectirtes Sonnenlicht, theils Eigenlicht. Zenker bestreitet nicht die Möglichkeit, daß die Elektricität in dem Lichtproceß, und zwar zunächst um den Kern, wo das unpolarisirte Licht am lebhaftesten ist, eine Rolle spielt; hält diese Wirkung aber doch nicht für genügend zur Erklärung des Eigenlichts im Kopf und Schweif. Am einfachsten und natürlichsten erscheint ihm in dieser Hinsicht ein von Zöllner zur Erklärung des Nordlichtspektrums aufgestelltes Princip, demzufolge Gasmassen von großer Dicke schon bei relativ niedrigen Temperaturen ein leuchtendes Spektrum zu geben vermögen. Indem das Licht

der Sonne durch die Hunderte und Tausende von Meilen dicken Dampfmassen im Kopfe oder Schweife des Kometen durchgeht, werden von den Dampfmolekülen diejenigen Strahlen absorbirt, die dem eigenen Schwingungsrhythmus entsprechen. Dadurch vermehrt sich die Schwingungs-Intensität, d. h. die Temperatur der Gasmoleküle, und diese verstärkten Schwingungen pflanzen sich durch den Weltraum fort und gelangen auch in unsere optischen Instrumente, wo ihre Sichtbarkeit nur von der Amplitute der ankommenden Schwingungen abhängt. Dieses Licht, welches nur aus hellen Linien besteht, ist unpolarisirt, da die Schwingungen der Dampfmoleküle nach allen Azimuten hin stattfinden. Die Dampfmasse des Kometen wird so selbstleuchtend, ohne zu glühen, und überhaupt gelangt Zenker zu dem allgemeinen Resultate, daß jedes dem Sonnengebiete angehörende Gas, welches auch immer seine Temperatur sei, sobald es nur überhaupt auf dem dunkeln Grunde des Himmelgewölbes sichtbar ist, in denjenigen Linien des Spektrums erscheinen muß, welche es seiner Natur nach aus dem Sonnenlichte absorbirt.

Das Spektroskop hat bisjetzt hauptsächlich flüssige Kohlenwasserstoffe in den Kometen nachgewiesen; nur im Brorsen'schen Kometen glaubt Huggins auch Stickstoff erkannt zu haben. Daß auch Wasser anwesend ist, dafür spricht u. a. auch die von Julius Schmidt mehrfach gemachte Bemerkung, daß das Gesammtbild des Kometen nicht weiß, sondern gelbröthlich erscheine, bekanntlich die Farbe, die das Sonnenlicht beim Durchgang durch eine dicke Schicht atmosphärischen Wasserdampfes annimmt.

Uebrigens werden die Kometen, je nachdem das Wasser oder die flüssigen Kohlenwasserstoffe (Petroleum) in ihnen vorwalten, ein wesentlich verschiedenes Verhalten zeigen. Das Petroleum absorbirt die leuchtenden Strahlen stärker als das Wasser, wird daher mehr eigenes Licht entwickeln; dagegen ist die Absorbtion der dunklen Wärmestrahlen weit weniger kräftig, als das Wasser. Daraus schließt Zenker, daß die Petroleum-Kometen eine geringe Schweifbildung und vorwaltend helle Linien im Spektrum zeigen, wie z. B. der Encke'sche oder der Winnecke'sche Komet, während die wasserreichen Kometen, zu denen der große Donati'sche gehört, eine bedeutende Schweif-

entwickelung und viel reflectirtes und polarisirtes Sonnenlicht aussenden.

Man hat früher vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß eine gasförmige und deshalb lichtbrechende Umhüllung des Kometenkernes, eine Atmosphäre, nicht vorhanden sein könne, weil beim Vorübergange des Kometen vor einem Fixsterne das Bild des letzteren auch in nächster Nähe des Kernes weder undeutlich wird, noch eine wahrnehmbare Ablenkung erfährt. Dem gegenüber macht Zenker geltend, daß eine solche Ablenkung eigentlich nur dann zu erwarten sei, wenn, wie in unserer Atmosphäre, die Gasmassen nach abnehmender Dichtigkeit geordnet, centrisch um den Kern herum liegen, was bei einem Kometen jedenfalls nicht der Fall sei. Außerdem seien diese Gasmassen fortwährend in Bewegung, und es sei daher an eine wahrnehmbare Ablenkung des Lichtstrahles noch weit weniger zu denken, als etwa während eines Regens, wo die Luft doch sicherlich auch von Streifen größerer und geringerer Dichtigkeit und, dieser entsprechend, Refraction durchsetzt ist. Daher berechtigt nach der Meinung unseres Autors die genannte Erscheinung nicht zu der Behauptung, daß Gase und Dämpfe auf den Kometen fehlen.

Für zukünftige Erscheinungen großer Kometen empfiehlt Zenker photographische Aufnahmen, um ein hinreichendes Material zum Studium der stattfindenden Veränderungen zu erlangen. Zur Kenntniß der Bewegungen, die in den einzelnen Theilen des Kometen stattfinden, wird man die Verschiebung, welche die Spektrallinien im Vergleich zu den Linien des Sonnenspektrums erfahren, benutzen können.

Zenker sucht nun noch die Richtigkeit seiner Theorie an der Erscheinung des Donati'schen Kometen von 1858, welche von Bond eingehend geschildert worden, näher zu verificiren.

Bei seiner Entdeckung am 2. Juni 1858 erschien dieser Komet als ein Nebel von 3′ Durchmesser und fast gleichmäßigem Lichte. Er konnte damals, nach einer Abwesenheit von 261 Jahren in unser Sonnensystem zurückkehrend, wohl nur eine große Masse Eises sein, von sehr zufälliger Gestalt, vielleicht von tiefen Spalten durchsetzt und zerklüftet.

Mit größerer Annäherung an die Sonne beginnt die Dampfentwickelung. Doch stehen jetzt die Dämpfe und die durch Conden-

sation entstandenen Eisbälle noch unter der fast ausschließlichen Herrschaft der Schwere, sie gruppiren sich daher ziemlich gleichmäßig um den Schwerpunkt, nur muß die der Sonne zugekehrte Seite des Nebels verlängert sein, weil hier der aufsteigende Dampfstrom am kräftigsten ist. So erklärt sich die anfangs von der Sonne abgewendete Lage des Kernes, welche neuerdings auch von Airy und Huggins am Encke'schen Kometen beobachtet worden ist.

Mit wachsender Annäherung an die Sone nimmt dagegen der Durchmesser der der Sonne zugekehrten Seite der Dunsthülle des Kometen ab, um bei eintretender Entfernung wieder zuzunehmen. Einen Grund für dieses Herabdrücken der Nebelhülle findet Zenker in der mit der Annäherung an die Sonne wachsenden Repulsion der Sonne auf die Eisbälle, d. h. in der durch kräftigere Verdampfung verstärkten Reaction. Außerdem mag wohl auch das Vorhandensein von Dämpfen um den Kometenkern herum das Gesetz des Aufsteigens der Bälle wesentlich modificiren.

Im Betreff der concentrischen Schichten, welche Bond am Donati'schen Kometen vom 20. September bis 23. Oct. 1858 mit großer Sorgfalt studirt hat, ist Zenker der Meinung, daß die ziemlich scharf gezeichneten Schichtungslinien aus Eisbällen bestehen, die sich an der Grenze der sich ausbreitenden Dampfschichten durch Concentration bilden. Ihr Glanz und ihre Aufeinanderfolge ist ein Zeichen der mit der Annäherung zur Sonne verstärkten Insolation, wie denn auch um diese Zeit die Schweifentwickelung auffällig zunimmt. Uebrigens sind, wie Zenker hervorhebt, die Bond'schen Beobachtungen mit der Zöllner'schen Erklärung (s. oben S. 28) nicht im Einklange, denn dieser Erklärung zufolge müßten die obersten Hüllen die jüngsten sein, während sie nach Bond's Wahrnehmungen gerade die ältesten, am frühesten vom Kometen aus emporgestiegenen sind. Ueber die Geschwindigkeit des Aufsteigens dieser Nebelhüllen ist seiner Zeit zwischen Bond und Julius Schmidt ein interessanter Streit geführt worden; Zenker hält den Standpunkt des Ersteren für richtiger.

Die von Olbers geforderte Repulsivkraft des Kometen hält Zenker mit Zöllner für wahrscheinlich identisch

mit der Expansionskraft des noch gasförmig vorhandenen Wasserdampfes. Beim Donati'schen Kometen scheint übrigens die Entwickelung desselben mit wechselnder Intensität stattgefunden zu haben.

Oscillationen oder Rotation der Ausströmungen, wie der Halley'sche Komet 1835, hat der Donati'sche nicht gezeigt. Solche Oscillationen erscheinen Zenker als Folgen der Reaction des sich entwickelnden Dampfes auf den festen und nicht kugelförmigen Kern des Kometen.

Den zarten Schleier am Kopfe des Donati'schen Kometen, auf den zuerst Winnecke aufmerksam gemacht hat, und der den Uebergang bildet zwischen dem hellen Lichte der Umhüllungen und dem dunkeln Schwarz des leeren Raumes, hat man als ein Zeugniß für die Zenker'sche Reactionstheorie anzusehen; er verdankt nämlich seine Entstehung den Dampfströmen, welche sich aus den einzelnen Bällen auf der der Sonne zugewendeten Seite entwickeln. Auch auf den Seiten des Schweifes ist dieser Schleier von Winnecke wahrgenommen worden.

Ueber die Bildung des Schweifes ist nach der obigen Auseinandersetzung der Reactionstheorie Zenkers nichts wesentliches mehr hinzuzufügen. Der Schweif wird eben durch die in solifugaler Bewegung begriffenen Eisbälle gebildet, sein Querschnitt ist in der Nähe der Kernes kreisförmig, in weiterer Entfernung dagegen mehr abgeplattet, und zwar liegt die große Achse der Schnittcurve in der Bahn des Kometen. Zur Hervorbringung großer Geschwindigkeiten sind die Verhältnisse am günstigsten am vordern Rande. Uebrigens gehen die im Schweife enthaltenen Massentheilchen den Kometen größtentheils verloren.

Auch die Lostrennung einzelner Stücke vom Hauptkometen und das Zerfallen desselben in mehrere Theile, wie es bei den Biela'schen Kometen beobachtet worden ist, gehört zu den vielen Möglichkeiten, welche das Vorhandensein eines festen, aber verdampfbaren Kernes mit sich bringt.

Eine neue Hypothese nimmt Zenker bei Erklärung des nach der Sonne hin gerichteten Schweifes, wie ihn der Komet von 1823/24 zeigte, zu Hilfe. „Die Entstehung dieses Schweifes wird allerdings durch die obige Theorie direct ebenso wenig erklärt, wie durch irgend eine andere. Wohl aber ist die Nothwendigkeit eines solchen Schweifes sofort klar, sobald

man die Möglichkeit statuirt, daß einer der vielen Kometen, durch seine Eismasse vertheilt, auch nicht verdampfende Stoffe enthalten könne. Würde dieser, wie wir ihn nennen wollen, „Kometenstaub“ durch die lebhafte Verdampfung des Eises mit emporgeschleudert und geriethe so in die Gegend, wo die Attraction des Kometen nicht mehr so groß ist, wie die Differenz der auf den Staub einerseits und auf den Kometen andrerseits einwirkenden Sonnenattraction, so würde er, der Repulsion nicht unterworfen, keine Veranlassung mehr haben, auf dem eingeschlagenen Wege umzukehren. Er würde vielmehr genöthigt sein, sich fortgesetzt der Sonne zu nähern, wobei diejenigen Theile als Spitze der Staubwolke vorangehen werden, welche unter dem senkrechten Anprall der Sonnenstrahlen auf den Kometenkern mit der größten Geschwindigkeit von demselben emporgestiegen sind.

Schließlich giebt Zenker noch eine Eintheilung der Kometen in drei Klassen.

Die Kometen der ersten Klasse bestehen, wenigstens an der Oberfläche, nur aus verdampfbaren Stoffen, sie zeigen solifugale Schweife;

Die Kometen der zweiten Klasse enthalten verdampfbare und nicht verdampfliche Bestandtheile, sie zeigen solifugale und, wenn die nicht verdampfbaren Theilchen leicht genug sind, um durch die sich entwickelten Dämpfe empor gerissen zu werden, auch solipetale Schweife (Komet 1823/24);

Die Kometen der dritten Klasse endlich bestehen nur aus nicht verdampfbaren Stoffe oder Kometenstaub; zu ihnen gehören die von Schiaparelli u. A. mit Sternschnuppenschwärmen identificirten.

Angesichts der Wahrscheinlichkeit, daß bei jedem Periheldurchgange eine große Menge schweifbildender Materie verloren geht, ist es nicht unmöglich, daß diese drei Klassen nichts weiter als successive Entwickelungsstufen ursprünglich gleichartiger Weltkörper sind. In der ersten Entwickelungsphase würde der Kometenstaub als die specifisch schwere Masse mehr nach der Mitte zu liegen, um erst nach stärkerem Verlusten flüchtiger Masse an die Oberfläche zu kommen, bis endlich die verdampfbare Masse gänzlich verflüchtigt ist und nur noch ein Komet dritter Klasse übrig bleibt.

Meteoriten.

Am 17. Juni 1870 fiel bei Ibbenbühren in Westphalen unter Lichterscheinung und Detonation ein Stein zur Erde nieder, den ein Paar Tage darauf ein Augenzeuge aus 0,7 Meter Tiefe ausgegraben und im Juli vorigen Jahres dem Prof. Heis in Münster übergeben hat; dieser sandte ihn dann Prof. G. vom Rath in Bonn zu näheren Untersuchung ein, welcher die Resultate seiner Untersuchungen am 18. Januar der Berliner Akademie mitgetheilt hat.

Der Stein ist 2,034 Kilogr. schwer und hat ein specif. Gew. von 3,4. An einem Ende zeigt er sich zertrümmert, und es muß diese Zertrümmerung vor seinem Aufschlagen stattgefunden haben, da man in einer Entfernung von 3—400 Schritt von der Fundstelle der Hauptmasse noch ein kleines Stück gefunden hat. Die Form ist im Ganzen die eines Sphäroides von 0,125 Meter Länge 0,112 Meter Breite und 0,093 Meter Dicke. Die Oberfläche ist bedeckt mit einer 0,1 Millimeter dicken schwarzen Rinde mit netzartigen Schmelzwülsten, welche von einer Unzahl von Rissen durchsetzt ist, die sich, allerdings äußerst zart, auch in das Innere, sowohl in die Grundmasse als durch die krystallinischen Ausscheidungen hindurch fortsetzen. Wahrscheinlich ist also der Stein beim Eintritte in die Erdatmospähre in Folge der raschen oberflächlichen Erhitzung geborsten; die in die Sprünge eindringende Schmelzmasse stellte dann aufs neue eine Verbindung her.

Das Innere des Steines besteht aus einer weißen bis weißlichgrauen körnigen Grundmasse, in welche zahlreiche Krystallkörner von lichtgelblichgrüner Farbe eingestreut sind. Vor dem Löthrohre sind die Körner wie die Grundmasse sehr schwer schmelzbar. Die Erhitzung, welche der Meteorit bei seinem Eintritt in die Atmosphäre erfuhr und welche seine Oberfläche zum Schmelzen brachte, muß demnach bedeutend größer gewesen sein als die durch das Löthrohr erreichbare. Die chemische Analyse zeigte die Grundmasse und die Ausscheidungen identisch zusammengesetzt, beide sind Bronzit, nur durch seinen hohen Eisenoxydulgehalt von irdischen Bronziten unterschieden.

Der Meteorit von Ibbenbühren gehört also zu den sehr seltenen Aerolithen, die nur aus einem Mineral bestehen. Man

kennt deren bis jetzt nur vier: den von Chassigny aus Olivin bestehend, den von Bishopville, welcher aus Enstatit besteht und die von Manegaum und Ibbenbühren, welche aus Bronzit bestehen.

Stanislas Meunier, ein am Museum d'histoire naturelle in Paris thätiger Gelehrter, hat das reiche Material, welches ihm die Meteoritensammlung dieses Institutes bietet, zu Untersuchungen über den Ursprung der Meteoriten benutzt, deren wesentliche Resultate er außer in verschiedenen an die Pariser Akademie geschickten Arbeiten auch noch in einem besondern Werke veröffentlicht hat*).

Der Hauptgedanke Meuniers ist der, daß die zur Erde niederfallenden Meteormassen Bruchstücke eines Himmelskörpers sind, welcher einst nach Art des Mondes unsere Erde umkreiste dann aber zersprang, als er in ein weiter vorgeschrittenes Stadium seiner Entwickelung kam.

Ganz neu ist diese Ansicht nicht; aber Meunier ist mehr in Einzelheiten eingegangen, als seine Vorgänger, und wenn er auch der Phantasie viel Spielraum gelassen hat und wir seine Schlüsse nicht gerade für durchweg zutreffend erachten möchten, so dürfte doch eine kurze Darlegung seines Ideenganges nicht ohne Interesse sein.

Meunier theilt die sämmtlichen Meteoriten in vier Gruppen;

1. Geschichtete Meteoriten, durch bloße Erstarrung ohne andere Einflüsse gebildet, wohin die Massen von Caille, l'Aigle, Aumale u. a. gehören;

2. Eruptive Meteoriten, theils metallhaltig, wie die Eisenmassen von Jewell-Hill und Octibbeha, theils steinig, wie die Meteorsteine von Chatonnay, denen auch die Breccien eruptiver Gänge nahe stehen, welche durch die Massen von Deessa und Tula sehr gut repräsentirt werden;

3. Metamorphosirte Meteoriten, einzig durch den schwarzen Stein von Tadjera vertreten, und

4. Nicht eruptive breccienförmige Meteoriten, vielleicht dem Peperino analog, wie wir sie in den Steinen von Saint-Mesmin- und Canellas sehen.

---

*) Le ciel géologique, prodrome de géologie comparée. Paris, Firmin Didot frères, fils et Co.

Die Constitution seines hypothetischen Himmelskörpers denkt sich nun Meunier analog derjenigen unserer Erde: Im Innern befand sich wahrscheinlich ein metallischer Kern, aus verschiedenen Legirungen von Eisen und Nickel gebildet; dann folgten vielleicht Eisenmassen mit Peridotkörnern, wie die berühmte Pallas'sche Masse von Krasnojarsk, hierauf eigentliche Steinmassen von immer geringerem specifischen Gewichte, die untersten noch mit eingesprengtem Metallkörnern. Diese mehr oder minder regelmäßige Schichtenfolge war durchbrochen von Gängen und Spalten, durch welche sich die Massen des Innern einen Weg nach Außen gebahnt hatten; in der Nachbarschaft dieser Gänge mochten die regelmäßig geschichteten Gesteine wohl vielfach metamorphosirt sein. Kamen Trümmer der Gebirgsart in die eruptiven Massen hinein, so entstanden wahrscheinlich solche Breccien, wie die Massen von Deessa und Tula, während andere Breccien, wie die von Saint-Mesmin, deren Zusammenhang mit den geschichteten Massen so deutlich ausgesprochen ist, wahrscheinlich am vordern Ende der Gänge gebildet wurden.

Mit der fortschreitenden Erkaltung des ursprünglich flüssigen Weltkörpers und der dadurch bedingten Contraction bildeten sich Spalten, die anfangs allerdings durch Massen aus dem flüssigen Innern ausgefüllt wurden, während in einem späteren Stadium der Erkaltung durch diese Zerklüftung ein Zerfallen des ganzen Körpers in zahlreiche Bruchstücke bedingt wurde, ohne daß es dazu eines äußeren Anstoßes bedurfte. Die Fragmente besaßen verschiedene Dichtigkeit und befanden sich in verschiedenen Abständen vom Centrum; daher erfuhren die einen eine Beschleunigung, die anderen eine Verzögerung. Sie rieben sich gegeneinander, zertrümmerten sich weiter und wurden allmälig längs der Bahn ausgestreut, die der Körper im Weltraum beschrieb, um schließlich einen vollständigen Ring um das Centralgestirn, die Erde, zu bilden.

Nach der Beschaffenheit der Meteormassen kann man den hypothetischen Weltkörper nur in der Planetengruppe vom Merkur bis Mars suchen, denn Jupiter und die entfernten Planeten besitzen weit geringere Dichtigkeiten.

Als Grund endlich für die Annahme, daß dieser Himmelskörper sich um die Erde bewegt habe, führt Meunier an, daß, wenn derselbe sich um die Sonne bewegt hätte, unsere Erde

dem Meteoritenringe in regelmäßigen Zwischenzeiten nahe kommen oder ihn durchkreuzen würde, die Meteoritenfälle also periodisch stattfinden müßten, was nicht der Fall ist. Meunier unterscheidet also streng zwischen Meteoriten und Sternschnuppen. Das zufällige Niederfallen eines Meteoriten hat nun seinen Grund darin, daß durch den Einfluß der Erde seine schon sehr exentrische Bahn immer mehr verändert wird bis er endlich in unsere Atmospäre kommt und dann zu Boden fällt.

Da die Zertrümmerung des hypothetischen Weltkörpers, geologisch gesprochen, in neuerer Zeit stattgefunden hat, so erklärt sich daraus genügend die Thatsche, daß man bisjetzt noch nicht in älteren Formationen Meteorsteine gefunden hat.

Die Sonne.

Die Sonnenfinsterniß am 12. December 1871. Nachdem die Beobachtungen während der großen totalen Finsterniß vom Jahre 1868 in ganz unerwarteter Weise Aufschluß gegeben hatten über die wahre Natur der bei früheren totalen Sonnenfinsternissen wahrgenommenen Protuberanzen und nachdem man bei weiterer Verfolgung der Janssen'schen Entdeckung Mittel gefunden hatte, diese Gebilde jederzeit zu studiren, galt es nun die Natur des die verdunkelte Sonne umgebenden Lichtscheines, der sogenannten Corona, genauer zu erforschen, und zunächst zu entscheiden, ob diese Erscheinung auf der Sonne oder in der Erdatmosphäre ihren Ursprung hat.

Die Beobachtungen der totalen Finsterniß vom 7. Aug. 1869 lieferten keine Entscheidung; während beispielsweise Morton aus den in Ottumma aufgenommenen Bildern auf einen engen Zusammenhang der Corona mit den Protuberanzen schließen zu müssen glaubte, fand Gould keinen solchen Zusammenhang und war mehr geneigt die Corona für eine atmosphärische, als für eine kosmische Erscheinung zu halten (Vergl. Jahrg. VI dieses Jahrb. S. 20).

Die Beobachtungen während der Finsterniß am 22. Dec. 1870 wurden leider größtentheils durch die Ungunst der Witterung vereitelt; doch schienen sie mehr für die Zugehörigkeit der Corona zur Sonne zu sprechen (Jahrg. VII des Jahrb. S. 44).

Dieser Satz hat endlich durch die Beobachtungen während

der Sonnenfinsterniß vom 12. Dec. vorigen Jahres seine Bestätigung gefunden. Diese Finsterniß stand, was ihre Dauer betrifft, weit hinter der großen des Jahres 1868 zurück; die Centrallinie ihrer Totalität ging durch den Norden von Neuseeland, den Südwesten von Java, die Nordspitze von Ceylon und die südliche Spitze von Hindostan. Die letztere Halbinsel war besonders zu den Beobachtungen geeignet und hier sind auch von drei bedeutenden Autoritäten auf dem Gebiete der Spektroskopie der Sonne, von Lockyer, Respighi und Janssen, die entscheidenden Beobachtungen gemacht worden, welche die Möglichkeit, daß die Corona der Erdatmosphäre oder auch der Beugung des Lichtes am Mondrande ihre Entstehung verdanke, gänzlich ausschließen und ihren solaren Ursprung beweisen.

Die genanten drei Beobachter, die sich an verschiedenen Orten befanden, Lockyer in Bekul, Respighi in Poodocottah und Janssen in Sholoor, erkannten in dem Spektrum der Corona die hellen Linien des Wasserstoffgases, welches die Hauptbestandtheile der Protuberanzen und der Chromosphäre bildet, sowie die helle grüne Linie (No. 1474 der Kirchhoff'schen Skala), welche schon bei den Finsternissen von 1869 und 1870 in der Corona beobachtet worden war, nebst einigen schwächeren Linien; Janssen konnte außerdem auch noch, wenn gleich schwieriger, einige dunkle Linien des Sonnenspektrums, namentlich D beobachten.

Diese Beobachtungen, die auf ein glühendes Gas deuten, beweisen, daß um die Sonne sich eine weit ausgedehnte Atmosphäre ausbreitet, welche aus Wasserstoffgas besteht, das in solcher Entfernung einen hohen Grad von Verdünnung besitzen muß. Diese Atmosphäre, welche sich über die Protuberanzen, und die Chromosphäre ausdehnt, ergänzt sich ohne Zweifel aus der Substanz der Protuberanzen, die mit großer Heftigkeit in die Höhe geschleudert wird. Die Substanz dieser „Corona-Atmosphäre" unterscheidet sich nach Janssen von denjenigen der Chromosphäre und der Protuberanzen nur durch viel geringere Dichtigkeit, eine niedrigere Temperatur und vielleicht durch die Gegenwart einiger andern Gase. Genauere Auskunft in letzterer Hinsicht ist erst von späteren Forschungen zu erwarten. Wahrscheinlich aber haben wir uns diese Atmosphäre nicht im

Zustande der Ruhe und des Gleichgewichts zu denken, sondern, wie Secchi hervorhebt, vielfach gestört durch die mit großer Geschwindigkeit von der Sonne emporsteigenden Gasmassen; und aus dieser gewaltigen Gleichgewichtsstörungen erklären sich wohl auch die eigenthümlichen, oft wunderlich gekrümmten Formen der Lichtgarben, welche wir in manchen Abbildungen und Photographien der Corona erblicken.

Protuberanzen. P. Secchi hat im Jahre 1871 während neun Rotationen der Sonne (vom 23. April bis 31. Dec.) an 184 Tagen 2667 Protuberanzen und während der folgenden vier Rotationen (1. Jan. bis 22. April 1872) an 59 Tagen weitere 807 Protuberanzen beobachtet und durch Zusammenstellung und Vergleichung dieser Beobachtungeu folgende Hauptresultate genommen.

Zunächst sind bezüglich der Stellen, an denen die Protuberanzen auftreten, zwei Hauptmaxima zu erkennen, nämlich zwischen 20 und 30° nördlicher und zwischen 10 und 30° südlicher Breite; daneben aber existiren noch zwei secundäre Maxima zwischen 70 und 80° in jeder Hemisphäre. Die Hauptminima liegen zwischen 60 und 70° nördlicher und 50 bis 60° südlicher Breite, ein secundäres Minimum befindet sich in der Nähe des Aequators zwischen 0 und 10° nördlicher Breite, zwei andere endlich sind an den Polen vorhanden.

Dieselbe Lage der Maxima ergab sich auch, als Secchi die Protuberanzen von 40 und mehr Sekunden Erhebung und ebenso als er die von 64 und mehr Sekunden Höhe für sich allein in Betracht zog.

Bei den auf einander folgenden Rotatationen zeigte das Hauptmaximum keine Bewegung nach dem Pole hin, wie vermuthet worden, sondern blieb im Wesentlichen unverrückt.

Da bei den verschiedenen Rotationen die Anzahl der Beobachtungstage nicht gleich war, so war eine unmittelbare Vergleichung der beobachteten Anzahl von Protuberanzen nicht statthaft; es wurde daher die mittlere tägliche Anzahl dieser Gebilde während jeder Rotation berechnet und dabei stellte sich ein Maximum der Häufigkeit der Protuberanzen zwischen Mai und Juni und ein Minimum zwischen September und November heraus, entsprechend dem Wechsel in der Häufigkeit der Sonnenflecken. Während

in der zweiten Rotation (22. Mai bis 18. Juni) die mittlere tägliche Anzahl der Protuberanzen 16,12 betrug, war dieselbe in der achten Rotation (5. Nov. bis 4. Dec.) blos 13,75. Noch auffälliger trat diese Verschiedenheit zu Tage, als blos die Protuberanzen von 64 Sekunden oder mehr Erhebung berücksichtigt wurden: in der dritten Rotation (19. Juni bis 15. Juli) betrug deren mittlere tägliche Anzahl 6,31, in der achten Rotation blos noch 1,25.

Was die Höhe anlangt, so nahm deren durchschnittlicher Werth vom Ende Mai bis Anfang December ab und betrug zuletzt nur 4/7 der ursprünglichen Größe. Ein auffallender Contrast ergab sich bei den Protuberanzen von 40 Sekunden Erhebung und darüber: bei ihnen war die mittlere Höhe während der zweiten bis fünften Rotation (22. Mai bis 9. Sept.) noch einmal so groß als während der siebenten bis neunten (8. Oct. bis 31 Dec.).

Im Allgemeinen sind die Protuberanzen am höchsten in den Gegenden, wo sie am zahlreichsten auftreten; auf der südlichen Hemisphäre sind sie höher und zahlreicher als auf der nördlichen.

Einer bedeutenderen Höhe entspricht auch durchschnittlich ein bedeutenderer Umfang der Basis der Protuberanzen, so daß in den Gegenden und während der Rotationen mit größter Höhe auch diese Umfänge nach Länge und Breite am bedeutendsten sind.

Die größte von Secchi im vorigen Jahre beobachtete Höhe einer Protuberanz betrug 4′ 32″ (gegen 30 000 geogr. Meilen). Doch erstreckten sich nur Wasserdampf und die Massen, welche die Linie D_3 liefert, soweit hinauf; demnächst folgen Natrium und die Substanz, welche die rothe Linie in der Mitte zwischen den Fraunhofer'schen Linien B und C giebt.

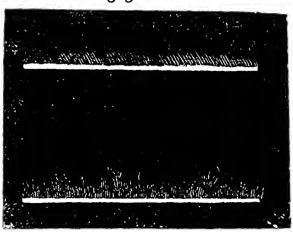
Secchi hat gleichzeitig auch die Fackeln beobachtet und ist zu dem Resultate gekommen, daß dieselben am häufigsten vorkommen in den Zonen größter Häufigkeit und Höhe der Protuberanzen.

Die Gestalt der Protuberanzen weist deutlich nach, daß in den oberen Schichten der Sonnenatmosphäre eine Strömung nach den Polen hin, wenn auch nicht immer, so doch in einer großen Anzahl von Fällen vorhanden ist. Es zeigen sich nämlich die Protuberanzen in einer großen Anzahl

von Fällen nach den Polen hin geneigt. Von 893 Protuberanzen, welche Secchi vom 26. Aug. bis 31. Dec. beobachtete, zeigten 370 diese Neigung vom Aequator nach den Polen hin, 101 waren im entgegengesetzten Sinne geneigt; von den in den ersten Monaten des laufenden Jahres beobachteten 807 Protuberanzen zeigten 342 die Neigung nach den Polen und nur 67 die entgegengesetzte. Im Ganzen findet Secchi, daß in den Perioden größter Thätigkeit auf der Sonne auch die polare Richtung der Protuberanzen am entschiedensten hervortritt. Uebrigens mag gleich hier bemerkt werden, daß dasselbe Gesetz auch von Spoerer nachgewiesen worden ist.

Die Chromosphäre selbst ist, namentlich in den mittleren Breiten, mit kleinen glänzenden, faden- oder haarförmigen Hervorragungen besetzt, so wie unsere Fig. 2 dies angiebt. Auch diese Hervorragungen sind in mittlerer Breite meist nach den Polen hin gerichtet, doch mit vielen Ausnahmen, besonders in der Nähe der Protuberanzen und Flecken; auch ist die Richtung dieser Neigung vielen und raschen Wechseln unterworfen.

Fig. 2.



Während dieser Beobachtungen ist Secchi mehrfach Zeuge von Eruptionen gewesen; doch hat er keine in größerer Breite als 45°, die schönsten aber zwischen 0 und 36° Breite gesehen. Die eigentlichen Eruptionen sind von sehr kurzer Dauer, in einer Stunde, manchmal noch früher ist alles beendigt. Bevor die Eruption eintritt bildet sich eine helleuchtende, unregelmäßig haufen- oder domförmige Erhebung der Chromosphäre; nach und nach steigt der Gipfel dieses Domes höher, es zeigen sich Strahlen, denen parobolische Bogen eruptiver Masse folgen, die auf die Sonne zurückfallen; der größte Theil aber der in die Höhe geschleuderten Masse zerstreut sich in die Atmosphäre der Sonne, löst sich in derselben auf und zuletzt bleibt nur ein kleiner Strahl ohne das frühere glänzende Aussehen zurück, der endlich nach verlischt.

Wir machen bei dieser Gelegenheit noch auf ein gleichfalls

von Secchi angegebenes Mikrometer zur Messung der Höhe der Protuberanzen aufmerksam, dessen Princip von Porro herrührt. Vor der Spalte des Spektroskopes, welche tangential zum Sonnenrande steht, wird eine planparallele Glasplatte angebracht, welche sich um eine zur Spalte parallele, zur Achse des Fernrohres senkrechte Achse drehen läßt. Steht diese Platte, welche die Spalte nur in der Hälfte ihrer Länge verdeckt, senkrecht zur Achse des Fernrohres, so tritt weder eine Ablenkung noch eine Verschiebung der durch das Gas durchgehenden Strahlen ein, weil dieselben senkrecht auftreffen. Dreht man aber die Glasplatte so, daß der Einfallswinkel ein schiefer wird, so tritt eine parallele Verschiebung der Strahlen ein, deren Betrag abhängt von der Dicke des Glases, vom Brechungsindex desselben und von der Neigung der Glasplatte. Stellt man nun das Instrument so, daß in dem freien Theile des Gesichtsfeldes der Gipfel einer Protuberanz am Rande der Spalte erscheint und bringt man durch Drehung der Glasplatte in dem andern Theile des Gesichtsfeldes den untern Rand der Protuberanz neben den Gipfel, so kann man aus der Drehung der Glasplatte sofort die Höhe der Protuberanz finden.

Die obigen Beobachtungen Secchi's werden ergänzt durch die Arbeiten von Spoerer in Anclam.

Wie schon erwähnt, hat auch Spoerer die atmosphärische Strömung, welche auf beiden Hemisphären der Sonne in den oberen Schichten der Atmosphäre stattfindet, erkannt. Zum Beweise dieser Strömung hat er in einer der Berliner Akademie der Wissenschaften überreichten, die Resultate der Beobachtungen vom 21. Mai bis 5. October umfassenden Arbeit 25 Protuberanzen genauer beschrieben. Diese Strömungen sind nicht immer vorhanden, aber es können doch sehr große Gebiete bezeichnet werden, in welchen sie während eines längeren Zeitraums herschen.

Rücksichtlich der örtlichen Vertheilung der Protuberanzen bemerkt Spoerer nur, daß sich auf beiden Hemisphären zwischen 50 bis 70° Breite eine auffallende Lücke zeige. Eine genauere Discussion seiner Beobachtungen auch in dieser Hinsicht, soll erst später veröffentlicht werden.

Was die Dauer der Protuberanzen anlangt, so hat Spoerer in drei Fällen nach Ablauf einer halben Rotation genau

an derselben Stelle bedeutende Eruptionen von nicht einfacher aber dennoch ähnlicher Gestalt wahrgenommen, was offenbar darauf hinweist, daß wahrscheinlich auch in der langen Zwischenzeit die Eruption ohne Unterbrechung stattgefunden hat.

Durch Eruptionen entstehen Lücken im Sonnenkörper, die entweder durch seitliches Zuströmen oder durch Aufsteigen tieferer Massen ausgefüllt werden. Ueberwiegt dieses Aufsteigen, so muß die bedeutend geringere lineare Rotationsgeschwindigkeit der aufsteigenden Massen eine östliche Ablenkung bewirken; dadurch entstehen Eruptionsspalten, oder bei gehemmtem, nicht continuirlichem Aufsteigen Reihenvulkane, welche nahezu in demselben Parallelkreise hinter einander liegen.

Ueberwiegt das seitliche Zuströmen, so erfolgt neben der primären Protuberanz eine Auflockerung der Massen, was den Durchbruch erleichtert, so daß neue Protuberanzen entstehen. Wenn dabei Lücken freibleiben, so entsteht eine „Thorbildung", wie wir sie am Rande der Sonne nicht selten beobachten. Bei diesen seitlichen Zuströmungen überwiegt meist die Strömung vom Pole nach den Aequator. Ausgezeichnet wurde die Thorbilduug am 24. Juli 1871 am Ostrande der Sonne wahrgenommen, wo eine von 5° bis 38° Breite ausgedehnte Masse 5 Thore zeigte.

Nicht selten sind auch unvollständige Thore, indem die Spitze einer großen bogenförmigen Protuberanz sich nach Art einer Trombe nach einer kleineren Protuberanz herunterzieht. Einmal beobachtete Spoerer, wie unterhalb der Spitze der Hauptprotuberanz eine andere entstand und sich mit jener Spitze vereinigte; ein andermal senkte sich beim Zurückweichen der Spitze der Hauptprotuberanz auch die andere aufgestiegene Protuberanz wieder herab.

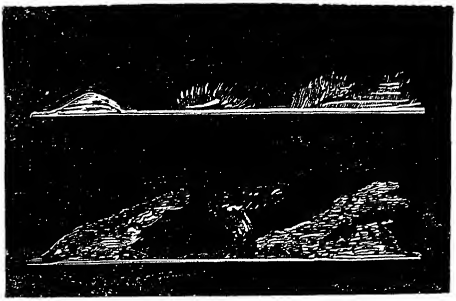
Nicht ohne Interesse sind die Versuche, die manichfaltigen Formen der Protuberanzen zu classificiren.

Secchi unterscheidet drei Hauptformen: Haufen (amas), Strahlen (jets) und Büschel (panaches).

Die haufenförmigen Protuberanzen, Fig. 3, sind entweder bloße bergähnliche, sehr glänzende, unbestimmt begrenzte oder mit Haaren besetzte, selten über 15 bis 20 Sekunden hohe, meist gerundete Hervorragungen, oder auch wolkenähnliche an unsere Cumuli erinnernde, hauptsächlich in der Nähe von Flecken und im Ganzen seltener als die ersteren vorkommende Gebilde.

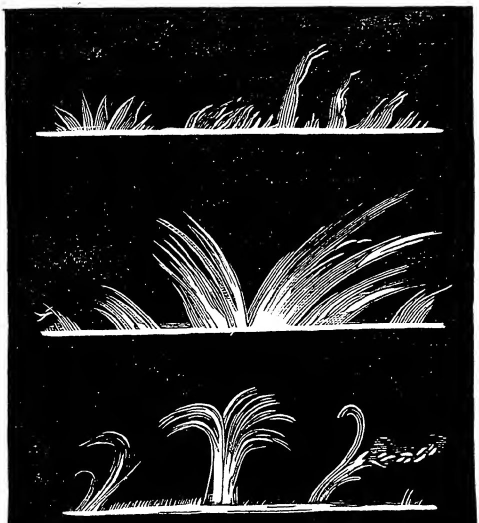
Unter Strahlen versteht Secchi die lebhaften und glänzenden

Fig. 3.



Flammen, welche man besonders bei Flecken und Fackeln antrifft. Ihre Formen, deren einige in Fig. 4 abgebildet sind,

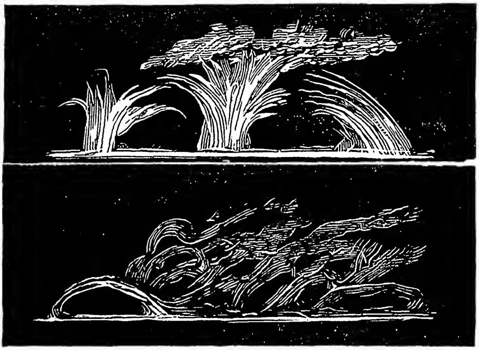
Fig. 4.



zeigen eine außerordentliche Mannigfaltigkeit und gleichen oft den prächtigsten Lichtgarben der Kunstfeuerwerkerei.

Die büschelförmigen Protuberanzen gleichen in mancher Hinsicht den Strahlen, unterscheiden sich aber von denselben durch weit geringere Lichtintensität, größere Dauer und im allgemeinen weit bedeutendere Höhe (150 bis 200, ja selbst 240 Sekunden), ihr oberes Ende löst sich oft in Gewölk auf, auch bilden sie häufig weit ausgebreitete Massen, und endlich ist ihr Vorkommen nicht auf bestimmte Localitäten, wie die Nähe der Flecken, beschränkt. Einige bemerkenswerthe derartige Formen zeigt Fig. 5; die obere Form ist am 9. Juli, die untere am 11. Oct. 1871 von Secchi beobachtet worden.

Fig. 5.



Außerdem sind noch die isolirten, oberhalb der Chromosphäre schwebenden Gebilde oder Wolken zu erwähnen (Fig. 6).

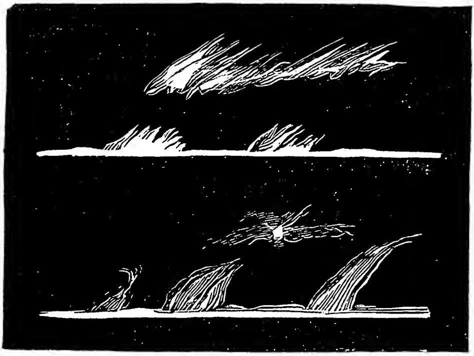
Spoerer unterscheidet nur zwei Arten von Protuberanzen: Die gewöhnlichen Protuberanzen, charakterisirt durch geringere Helligkeit, größere Beständigkeit, häufige Tendenz zu wolkiger Ausbreitung und die Abwesenheit anderer Stoffe als Wasserstoff und den unbekannten Stoff der Linie D_3, sind offenbar mit den „Panaches“ Secchi's identisch.

Die flammigen Protuberanzen mit sehr großer Helligkeit, so daß sie schon bei ungünstiger Luft sichtbar sind, überaus veränderlich, mit vorherrschend spitzen Formen, außer Wasserstoffgas und der Substanz der D_3 – Linie auch andere Bestandtheile, namentlich oft Magnesium enthaltend.

Auch in der Chromosphäre selbst findet Spoerer den gleichen doppelten Charakter; die flammige Chromosphäre ist identisch mit den Fackeln.

„Bei den gewöhnlichen Protuberanzen werden durch die Gewalt der Wasserstoff-Eruptionen wohl auch andere Massen mit emporgeschleudert, aber durch die Ausbreitung des Wasserstoffes wird die Temperatur vermindert, jene Massen werden

Fig. 6.



als minder leuchtende unsichtbar und anfänglich auch in dem Grade zerstreut, daß dabei keine Flecke entstehen können. In der flammigen Chromosphäre oder Protuberanz findet keine derartige Ausbreitung des Wasserstoffes statt, die gehobenen Massen bleiben in der höheren Temperatur nahe an der Oberfläche leuchtend; darüber aber bilden sich dunkle Wolken, aus abgekühlten Massen, Verbrennungsproducten &c. bestehend und die allseitig auf die heißeren Flächen einströmenden Stürme treiben die dunklen Stoffe zusammen, welche sich dann als dunkle Wolke bis zur Oberfläche herabsenken und niedere Protuberanzen ersticken. Der so entstandene Fleck ist Mittelpunkt convergirender Stürme, die den Hof bildenden kleinen Flecken zeigen die Richtung der Stürme. Die sogenannten Lichtadern der Kerne sind Spalten des Kernes, zwischen denen nicht nur die untere Fackelfläche sichtbar wird, sondern durch welche auch flammige Protuberanzen zum Durchbruche gelangen."

Spoerer glaubt übrigens, daß zur Erklärung der flammigen

Protuberanzen die Annahme strömender heller Massen nicht ausreicht; „die Veränderungen sind zu schnell. Ein fast plötzliches Entstehen und Verschwinden führt zu der Annahme von elektrischen Entladungen, welche sich von den ausgeströmten Massen auch auf andere Theile der Atmosphäre erstrecken. Formen, welcher einer feurigen Fontäne gleichen, sind nahe ähnlich andern, welche zu vergleichen sind dem elektrischen Lichtbüschel, den wir an einer mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine verbundenen kleinen Kugel beobachten. Es kommen auch seitliche zackige Strahlen vor, welche anders, als durch elektrische Entladung kaum gedeutet werden können."

Der elektrische Zustand der Sonne. Wir haben oben gesehen, wie Zöllner behufs Erklärung der Erscheinungen, welche die Kometen darbieten, zu der Annahme einer elektrischen Fernewirkung der Sonne geführt wird. Auch wenn es auf dem jetzigen Standpunkte unserer physikalischen Kenntnisse nicht möglich wäre, die Frage nach dem Ursprunge dieser elektrischen Fernewirkung genügend zu beantworten, so müßte man nach Zöllner doch die Existenz der letzteren selbst anerkennen, der Newton'schen Regel folgend „Naturerscheinungen gleicher Art sind auch, soweit möglich, gleichen Ursachen zuzuschreiben." Zöllner hat übrigens auch einen Versuch gemacht, die Quelle der solaren Elektricität nachzuweisen, indem er auf die gewaltigen Eruptionsphänomene aufmerksam macht, welche wir in Form von Protuberanzen auf der Sonne beobachten. Daß an diesen Gebilden Erscheinungen auftreten, die auch andere Beobachter an elektrische Entladungen erinnern, davon liefert die eben citirte Stelle von Spoerer ein Beleg. Auch sonst ist diese Idee in den Kreisen der Astronomen nicht fremd. Um übrigens dem Einwande zu begegnen, daß die Gesammtwirkung der beiden auf der Sonne geschiedenen Elektricitäten in größerer Ferne gleich Null sein müsse, erinnert Zöllner an die Dampfelektrisirmaschine, bei welcher mit den Dämpfen die eine Elektricität entweicht, während die andere zurückbleibt und so eine Fernewirkung ermöglicht.

Sowie Zöllner durch die Erscheinungen, welche uns die Kometen darbieten, so ist A. C. Becquerel durch Untersuchungen über den Ursprung der atmosphärischen Elektricität zu der Ueberzeugung gelangt, daß die Sonne elektrisch sei.

Die Luft besitzt einen Ueberschuß an positiver Elektricität, deren Intensität mit wachsender Erhebung über dem Boden immer größer wird, bis in die höchsten Regionen, wo wir die Polarlichter beobachten; die Erde selbst dagegen besitzt einen Ueberschuß an negativer Elektricität, deren Vertheilung im Innern nicht bekannt ist.

Die verschiedenen physikalischen, chemischen und physiologischen Processe durch welche an der Erdoberfläche Elektricität entwickelt wird, sind nicht ausreichend zur Erzeugung so ungeheurer Mengen, wie wir im Himmelsraum beobachten; hätte diese Elektricität übrigens an der Erdoberfläche ihren Ursprung, so ließe sich nicht absehen, warum mit wachsender Höhe ihre Intensität größer wird. Es bleibt daher nur übrig einen kosmischen Ursprung anzunehmen.

Becquerel glaubt nun, daß das Wasserstoffgas, welches wir in den Protuberanzen von der Sonne aufsteigen sehen, das Product gewaltiger chemischer Zersetzungsprocesse ist, bei denen die Elektricitäten geschieden werden, und daß das entweichende Wasserstoffgas die positive Elektricität mit in den Weltraum fortführt, von wo aus sie auch in unsere Atmosphäre und selbst bis zur Erdoberfläche herab gelangt. In Folge des geringeren Leitungsvermögens der dichteren unteren Luftschichten wird hier mit größerer Annäherung an die Erdobenfläche die Intensität immer geringer.

Um diese Art der Verbreitung der positiven Elektricität in den planetarischen Räumen begreiflicher zu machen, erinnert er an die Thatsache, daß Flüssigkeiten in Metallgefäßen, die man mit dem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung bringt, rascher verdampfen, als wenn sie ohne solche Mitwirkung der Elektricität sich selbst überlassen bleiben, und daß die Elektricität sich auch in den leeren Raum auszubreiten vermag, sobald sie irgend welche materielle Theilchen mit sich fortführen kann.

Daß aber im Weltraum noch gasförmige Stoffe vorhanden sind weit jenseits der Grenze, die man auf Grund der Dämmerungserscheinungen für die Höhe unserer Erdatmosphäre angenommen hat (ungefähr 10 Meilen), wird durch das Auftreten der Polarlichter in Höhen von 100 bis 200 Kilometer bewiesen.

Die Möglichkeit der Verbreitung der Elektricität in den planetarischen Räumen gründet sich allerdings auf die Annahme einer Erfüllung dieser Räume mit materieller Substanz, da im absolut leeren Raume keine Fortpflanzung der Elektricität möglich ist; allein dieser Annahme steht nichts entgegen, sehen wir doch von der Sonne fortwährend gewaltige Massen Wasserstoff aufsteigen und befinden sich doch selbst zahlreiche feste Körper, wie die Meteormassen, in jenen Räumen. Eine absolute Leere existirt dort schwerlich.

Sowie Becquerel die Sonne als Quelle der atmosphärischen Electricität ansieht, so hat sein Landsmann Tarry in ihr auch den eigentlichen Ursprung der Polarlichter gesucht, was übrigens vor ihm schon von verschiedeneu italienischen Forschern, Donati, Diamilla-Müller, Tacchini, geschehen ist.

Auch hat schon vor nahe dreißig Jahren Lamont zur Erklärung der täglichen Variationen des Erdmagnetismus und eines Theiles der täglichen Oscillationen des Barometerstandes die Hypothese aufgestellt, daß beides eine Wirkung der Elektricität der Sonne sei, und neuerdings hat Hornstein in Prag gezeigt, daß sowohl die täglichen als die jährlichen Schwankungen des Barometerstandes in enger Beziehung zu den Polarlichtern und Sonnenflecken stehen, daß namentlich beiderlei Erscheinungen eine längere Periode von ungefähr 70 Jahren mit einander gemein haben und gleichzeitig ihr Maximum und Minimum erreichen.

Die Temperatur der Sonne. Die Frage nach der Temperatur, die auf der Sonnenoberfläche herrscht, ist von verschiedenen Forschern in sehr abweichender Weise beantwortet worden. Am meisten differiren wohl die Angaben von Pouillet und Secchi. Während nämlich der Erstere je nach der Hypothese über das Ausstrahlungsvermögen der Sonne, welche zu Grunde gelegt wird, nur 1461 oder 1761° C. findet, giebt Secchi als untere Grenze dieser Temperatur 5 bis 6 Millionen Grad an, bemerkt aber, daß der Werth derselben in Wahrheit nicht unter 10 Millionen Grad sein könne.

Merkwürdiger Weise stützen sich beide so divergirende Angaben auf Beobachtungen wesentlich gleicher Art: Ein Thermometer mit geschwärzter Kugel wird in einem geschlossenen Raume den Strahlen der Sonne ausgesetzt; es wird die Temperatur Θ

vor der Einwirkung der Sonnenstrahlen, sowie der Stand t des Thermometers nach dieser Einwirkung beobachtet. Aus diesem Beobachtungen findet nun Secchi die Temperatur T der Sonne indem er die Temperaturzunahme $t-\Theta$ multiplicirt mit dem Verhältnisse zwischen der scheinbaren Sonnenscheibe und der ganzen Himmelskugel. Nimmt man die letztere Zahl gleich 183960 an, so ergiebt sich aus der beobachteten Differenz $t-\Theta=29^{0},02$ die Sonnentemperatur

$$T=5\,337\,000^{0}.$$

Wenn diese ganze Rechnungsweise, die von Newton herrührt, richtig sein soll, so muß $t-\Theta$ immer denselben Werth haben, wie groß man auch die Temperatur Θ des Raumes wählen mag, in dem sich das Thermometer befindet. In der That hat Secchi diesen Satz bis zu 60° bestätigt gefunden, ja Waterston will ihn sogar bis 220° richtig gefunden haben.

Indessen hat E. Vicaire in einer der Pariser Akademie übergebenen Note darauf aufmerksam gemacht, daß die Newton'sche Formel

$$t-\Theta=\alpha T$$

wo $\alpha = 1/183960$ ist, überhaupt nur eine Näherungsformel ist, die bloß innerhalb enger Grenzen gilt, daß es daher ganz unstatthaft erscheint, aus ihr so hohe Werthe von T zu berechnen, wie Secchi thut. Vielmehr muß man die von Dulong und Petit gegebene Formel

$$a^{t}-a^{\Theta}=\alpha a^{T}$$

benutzen, wo $a=1,0077$ ist. Die Richtigkeit dieser Formel ist von den genannten Physikern bis zu 300° aufwärts experimentell bestätigt worden und Pouillet giebt an, daß er dieselbe bis 1000° verificirt habe. Setzt man nun in ihr $t=29^{0},02$, $\Theta=0$ und nimmt für α wieder den obigen Werth, so erhält man die Sonnentemperatur

$$T=1398^{0},$$

also nicht wesentlich verschieden von den von Pouillet gegebenen Zahlen. Wenn wir nun auch nicht mit Sicherheit wissen, ob das Dulonge Petit'sche Gesetz noch bei etwa 1400° gilt, so ist doch angesichts der oben erwähnten Untersuchungen von Pouillet

sehr wahrscheinlich, daß es sich bei dieser Temperatur von der Wahrheit noch nicht allzuweit entfernen wird, und wenn daher auch obiger Werth für T immerhin noch zu corrigiren ist, so erscheint es doch nach Vicaire gerechtfertigt, die Sonnentemperatur unter 3000° C., also der Temperatur unter Flammen vergleichbar, anzunehmen.

Wenn es sich so verhält, so muß natürlich die von Secchi und Waterston beobachtete Unveränderlichkeit des Werthes von $t - \Theta$ bei verschiedenen Werthen von Θ, die sich mit dem Dulong-Petit'schen Gesetze nicht verträgt, auf eine andere Ursache zurückgeführt werden. Vicaire sucht dieselbe in der mit wachsender Temperatur veränderten Absorptionsfähigkeit des Thermometers.

Obiges Resultat ist auch mit dem Ergebnissen anderer älterer Arbeiten im Einklange.

So hat Pouillet bemerkt, daß die in einer Minute von einem Quadrat-Meter der Sonnenoberfläche ausgesandte Wärme gegen 850 000 Calorien beträgt, das ist ungefähr dieselbe Hitze, welche 100 Kilogr. brennender Steinkohle liefern. Soviel ungefähr, also 6000 Kilogr. pr. Stunde, verbrauchen aber 20 Lokomotiven, deren jede 100 Kilogr. Kohle auf einer Rostfläche von einem Quadratmeter verbrennt. Rechnet man, daß die Hälfte dieser Wärme ausgestrahlt wird, so würden 40 Quadratmeter Rostfläche ebensoviel Wärme ausstrahlen, wie ein Quadratmeter Sonnenfläche. Dabei erreicht die Temperatur auf einem solchen Roste nirgends 2000°, verbrennt doch ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff bei keiner höhern Temperatur als 2500 C.

Auch die Untersuchungen von Fizeau und Foucault über die Intensität des elektrischen Lichtes haben bekanntlich zu dem Resultate geführt, daß das Sonnenlicht blos 2½ mal intensiver ist, als das der Kohlenspitzen, welches letztere wieder 56 mal so intensiv leuchtet als glühender Kalk. Das Sonnenlicht und das elektrische sind also nicht allzu verschieden und es ist daher der Schluß gerechtfertigt, daß die Temperaturen beider Lichtquellen auch nicht gar zuweit von einander abweichen werden.

Sainte-Claire-Deville hat bei der Discusion, die sich auf Veranlassung der Vicaire'schen Note in der Akademie erhob, in beherzigenswerther Weise vor Schlüssen gewarnt, deren

Grundlagen zwar dem Gebiete der Erfahrung entnommen, deren Resultate aber weit über den Kreis hinausgehen, innerhalb dessen sich unsere Experimente bewegen und innerhalb dessen auch allein die durch Erfahrung gewonnenen Begriffe und Gesetze unbedingte Giltigkeit besitzen. Zur Messung von Temperaturen von mehreren Millionen von Graden fehlt uns jedes Hilfsmittel. Die Luft, die man als mit wachsender Temperatur sich gleichförmig ausdehnend voraussetzt, kann bei großen Hitzegraden in Metallgefäßen nicht mehr eingeschlossen werden, weil sie, wie Deville und Troost sowie später Graham nachgewiesen haben, durch dieselben entweicht. Gewisse Sorten Porzellan sind bis zu etwas höheren Temperaturen brauchbar und Deville und Troost haben in der That die Ausdehnung der Luft bis zu einer Temperatur von 1554° C. verfolgen können. Was für Gesetzen diese Ausdehnung aber bei höheren Temperaturen gehorcht, darüber wissen wir nicht das Mindeste.

Welchen Irrthümern man ausgesetzt ist, wenn man die Grenzen der Erfahrung überschreitet, davon liefern z. B. die lange Zeit für classisch geltenden Rechnungen, durch welche man die Verbrennungswärme des Wasserstoffgases gegen 6800° fand, einen Beleg; Debray und Dulong haben aus ihren pyrometrischen Versuchen nur etwa 2500° erhalten, und man weiß jetzt, daß die älteren Berechnungen falsch sein müssen, weil sie den Dissociationserscheinungen nicht Rechnung tragen.

Im Ganzen ist auch Deville des Glaubens, daß die Temperaturen, die sich in der Natur vorfinden, nicht allzuweit von denen, welche wir künstlich erzeugen, entfernt sind.

Nebelflecke und Sternhaufen.

Nebelflecke in unserem Sinne waren den Astonomen des Alterthums nicht bekannt. Was in den Schriften des Hipparch und Geminus, in den Katasterismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptolemäus mit dem Namen „Nebelsterne“ bezeichnet wird, sind nur kleine Sternschwärme, in denen das unbewaffnete Auge die einzelnen Sterne nicht zu unterscheiden vermochte. Erst der „weiße Ochse“, den der arabische Astronom Abdurrahman Sufi aus Irak um die Mitte des zehnten Jahrhunderts tief unter Canopus in milchigem Lichte glänzen sah,

war wahrscheinlich eine wirkliche Nebelmasse, nämlich die große Magellanische Wolke, welche eine scheinbare Breite von fast zwölf Monddurchmessern besitzt, und die, obwohl dem bloßen Auge vollkommen sichtbar, von europäischen Reisenden nicht vor Anfang des sechszehnten Jahrhunderts erwähnt wird.

Der erste isolirte Nebelfleck, der durch ein Fernrohr beobachtet wurde, ist der auch dem bloßen Auge erkennbare Nebel in der Nähe des dritten, nördlichen Sternes (ν) im Gürtel der Andromeda. Sein Entdecker ist Simon Mayer, oder, wie er sich, seinen Namen latinisirend, schrieb, Simon Marius aus Gunzenhausen, Hof- Mathematicus des Markgrafen von Culmbach, derselbe der die Jupitertrabanten 12 Tage vor Galilai gesehen und den Farbenwechsel beim Funkeln der Fixsterne entdeckt hat. Dieser Nebel hat vom Tage seiner Entdeckung, 15. Dec. 1612, bis 1848 für unauflöslich gegolten; erst dem Astronomen George Bond in Cambridge, Massachussetts, gelang es mittels des trefflichen Refractors von 14. Par. Zoll Oeffnung, den die Cambridger Sternwarte besitzt, mehr als 1500 kleine Sternchen in demselben zu erkennnen.

Es folgt nun in der Geschichte der Entdeckung der Nebel die Auffindung des großen Nebels im Schwerte des Orion durch Huyghens im Jahre 1656; ferner entdeckten Ar. Ihle 1665 einen, E. Halley 1677 und 78 drei, Kirch (1681), Flamsteed, Halley 1714, Mairan, Bevis 1731 je einen, Maraldi 1746 zwei und Le Gentil 1748 und 49 sieben Nebelflecke. Durch Lacaille's Aufenthalt am Cap der guten Hoffnung, auf Isle de Franc und Bourbon (1750—52) wurden 42 Nebel am südlichen Himmel bekannt, darunter allerdings 14 vollkommen auflösbare.

Der im Jahre 1771 veröffentlichte Catalog von Messier, der auf dem Observatoire de la Marine im Hôtel de Clugny in Paris beobachtete, enthält 102 Nebel, darunter 66 neue.

In ein neues Stadium trat unsere Kenntniß dieses Theiles der Astrognosie, als William Herschel im Jahre 1779 demselben seine Aufmerksamkeit zuwandte. In den Catalogen von 1786, 1789 und 1802 hat er gegen 2500 Nebelflecke und Sternhaufen verzeichnet. Sein Sohn, der im vorigen Jahre verstorbene John Herschel, revidirte die Arbeiten des Vaters und bestimmte außerdem während seines Aufenthaltes am Cap

der Guten Hoffnung eine Menge neuer Objecte. Sein letzter Katalog vom Jahre 1864 enthält nicht weniger als 5078 Nebel und Sternhaufen. Darunter befinden sich 102 von Messier und 2508 vom älteren Herschel verzeichnete, ferner die in den Listen enthaltenen, welche John Herschel selbst 1833 und dann nach seiner Capreise 1847 der Londoner Gesellschaft der Wissenschaften überreichte, dann 50 Nebel, welche Auwers als Nachtrag zu der Liste W. Herschels geliefert hat, sowie eine große Zahl von Lord Rosse 1861 veröffentlichter, endlich 125 meist von D'Arrest (erst in Leipzig und seit 1857 in Kopenhagen) entdeckte und 15, welche Bond angab.

Neuerdings ist wieder eine nicht unbeträchtliche Zahl neuer Nebel von Stephan auf der Sternwarte von Longchamp bei Marseille entdeckt worden. Dieser Astronom hat seit einigen Jahren eine Durchmusterung des Himmels mittels des trefflichen Spiegelteleskopes von 0,80 Meter Durchmesser von Foucault angestellt, wobei er seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Zone zwischen 45 und 100 Grad Abstand vom Nordpol gerichtet hat. Dabei ist es ihm denn gelungen, ungefähr 250 neue Nebel zu entdecken und wahrscheinlich wird es möglich sein, in Zukunft eine noch beträchtlichere Anzahl aufzufinden.

Bei Ueberreichung der Liste eines Theiles dieser Stephan'schen Nebel an die Pariser Akademie machte Delaunay aufmerksam auf den Umstand, daß in manchen Gegenden des Himmels diese Nebel sehr nahe bei einander stehen, was wohl nicht überall nur scheinbar sein dürfte; vielmehr ist es nicht unwahrscheinlich, daß unter den Nebeln einer Gruppe ähnliche Beziehungen herrschen, wie zwischen den Gliedern eines mehrfachen Sternes.

Die genaue Positionsbestimmung der Nebel ist übrigens wahrscheinlich von großer Wichtigkeit für die sichere Ermittelung der Bewegung unseres Sonnensystems im Weltraum. Nach Herschel's Ansicht sind nämlich diese Körper im Vergleich zum Abstande der sogenannten Fixsterne von uns beinahe unendlich weit entfernt. Einzelne Wahrnehmungen von D'Arrest scheinen die Richtigkeit dieses Satzes zu bestätigen. Wenn das so ist, so werden natürlich die Nebel als feste Marken am Himmel dienen, an denen man die Bewegung der anderen Himmelskörper erkennen kann.

In spektroskopischer Hinsicht zerfallen die Nebel, wie schon vor Jahren Huggins gezeigt hat, in zwei Gruppen: diejenigen der ersten Gruppe geben ein Spektrum, das nur aus einer oder mehreren hellen Linien besteht, sie müssen also durch glühende Gasmassen gebildet werden; die Nebel und Sternhaufen der zweiten, zahlreicheren Gruppe aber geben ein continuirliches Spektrum.

Vogel in Bothkamp hat seit Anfang 1871 den planetarischen Nebel im Drachen (Herschel's General Catalog No. 4373) wieder untersucht, an welchem Huggins zuerst 29. Aug. 1864 ein Linienspektrum beobachtete. Dieser Nebel hat einen weißen Kern, ähnlich einem Stern 11. bis 12. Größe, in grünblauer Scheibe. Sein Linienspektrum ist auffallend schön und lichtstark. Vogel beobachtete dieselben drei hellen Linien, wie Huggins, von 5004, 4958 und 4861 Zehnmilliontel Millimeter Wellenlänge. Von diesen dreien ist die erste die hellste; die zweite und dritte, welche letztere mit der grünen Wasserstofflinie Hβ coincidirt, erschienen Vogel gleich hell, ja bisweilen wurde die dritte sogar heller als die zweite gefunden. Von Huggins dagegen wurde im Jahre 1864 die zweite mit Bestimmtheit heller als die dritte gefunden und das Gleiche hat auch D'Arrest im Februar und März 1872 wieder beobachtet. Es scheint hiernach, als seien Veränderungen in der relativen Intensität der Linien vorgekommen. Außer diesen dreien hat übrigens Vogel noch ganz schwache Lichtlinien bei 527, 518, 509 und 479 Milliontel Millimeter beobachtet. Endlich giebt auch, wie schon Huggins bemerkt hat, der Kern noch ein schwaches continuirliches, von 530 bis 460 Milliontel Millim. Wellenlänge zu verfolgendes Spektrum. Ob dieser Kern nicht etwa nur ein durchschimmender Fixstern ist, das läßt sich bei der großen Lichtschwäche nicht entscheiden.

Außerdem hat Vogel noch folgende Nebelflecke und Sternhaufen im Spektroskop untersucht.

No. 1179 von Herschel's Gen. Cat., Orionnebel, enthält ebenfalls die drei hellen Linien von 5004, 4958 und 4861 Zehnmilliontel Millim. Wellenlänge; eine vierte von Andern gesehene, konnte Vogel nicht erkennen. Die erste ist die hellste, ihre Coincidenz mit einer dem Nitrogen angehörigen Doppellinie im Spektrum der atmosphärischen Luft, wenn sie durch den

elektrischen Funken ins Glühen geräth und ebenso die Coincidenz der dritten Linie mit Hβ wurden direct nachgewiesen. Die zweite Linie ist die schwächste; man weiß noch nicht, welchem Stoffe sie angehört.

No. 4234 des Gen. Cat., sehr heller planetarischer Nebel, das Spektrum enthält dieselben 3 hellen Linien, wie vorige, am schwächsten Hβ; daneben ein continuirliches Spektrum von 570 bis 480 Milliontel Millim. Wellenlänge mit einer helleren Stelle bei 518 Milliontel Millim.

No. 4390 des Gen. Cat., heller planetarischer Nebel mit denselben Linien wie der Orionnebel und schwachem continuirlichem Spektrum von ca. 600 bis 470 Milliontel Wellenlänge.

Gen. Cat. 4447, Ringnebel in der Leyer. Das Spektrum besteht aus denselben 3 hellen Linien, am schwächsten, nur mit großer Anstrengung zu sehen, ist die dritte (Hβ).

Ebenso verhielt sich No. 4510 des Gen. Cat.

Im Spektrum des großen Nebels, Gen. Cat. 4532, unter dem Namen Dumb- bell- Nebel bekannt, sind nur zwei Linien zu erkennen; die Stickstofflinie breit, nach dem Violett verschwommen, die nächste äußerst schwach; bei größerer Spaltöffnung fließen beide zu einem lichten Streifen zusammen. Keine Spur von continuirlichem Spektrum.

Gen. Cat. 4572, ziemlich heller planetarischer Nebel, blos die beiden ersten Linien, die zweite nur sehr schwach, dabei keine Spur eines continuirlichen Spektrums zeigend.

Gen. Cat. 4628, sehr heller planetarischer Nebel von elliptischer Gestalt, Spektrum mit drei Linien, die zweite nur wenig schwächer als die erste, die dritte sehr schwach; continuirliches Spektrum von 600 bis 470 Milliontel Millim. Wellenlänge.

Gen. Cat. 4230, der bekannte Sternhaufen im Herkules, zeigte ein sehr schwaches continuirliches Spektrum von ca. 620 bis 450 Milliontel Millim. Wellenlänge mit einigen schwachen dunkeln Streifen.

Sehr bemerkenswerth ist der planetarische Nebel No. 1532 des Gen. Cat., dessen Licht D'Arrest zum ersten Male im Winter 187½ untersucht hat. Sein Spektrum concentrirt sich fast ausschließlich in der ersten, dem Nitrogen angehörigen hellen

Linie, doch bemerkt man bisweilen auch Spuren der beiden anderen. Auch der Kern dieses Objectes ist nicht, wie Bessel und Andere meinten, stellar, denn er zeigt kaum eine ganz schwache Spur eines continuirlichen Sternspektrums. Es ähnelt also dieser Nebel dem bekannten Ringnebel h. 3248, bei welchem ebenfalls, wie Secchi bemerkt hat, die Nitrogenlinie fast das ganze Licht enthält.

D'Arrest macht besonders auf die Verschiedenheit in der Intensität der einzelnen Lichtlinien in den Spektren der Nebel aufmerksam, die so groß ist, daß trotz der großen Einfachheit dieser Spektra doch die einzelnen Nebel auch schon durch die Spektra allein zu unterscheiden sind. Es sind also die planetarischen Gasnebel keineswegs alle von gleicher Natur.

Zum Schlusse unseres Ueberblickes auf dem Gebiete der Astronomie gedenken wir noch eines Institutes, welches in erfreulicher Weise davon Zeugniß ablegt, daß die astronomische Wissenschaft bei uns nicht blos vom Staate gepflegt wird, sondern daß auch hier, wenn auch nicht so zahlreich wie etwa in England, sich begüterte Privatleute finden, welche bereit sind, einen Theil ihrer Glücksgüter der Erforschung der Himmelsräume zuzuwenden.

Die Sternwarte zu Bothkamp,

welche der Kammerherr von Bülow auf seinem Gute Bothkamp am nordöstlichen Ende des Bothkamper Sees unweit Kiel hat erbauen lassen, hat in der kurzen Zeit ihres Bestehens unter der Leitung des Dr. H. Vogel, eines Bruders des Afrikareisenden, bereits sehr schätzenswerthe Arbeiten geliefert. Sie ist kreisrund gebaut; acht gleichgroße Räume, von denen der eine an der Westseite das Entree bildet, während die übrigen zur Aufstellung kleinerer Instrumente und als Arbeitsräume dienen, bilden den äußeren Ring. Im Innern ist ein hohler, oben durch ein Gewölbe geschlossener, etwa 4 Meter im Durchmesser haltender steinerner Pfeiler aus einer Tiefe von 5,5 Meter vollständig isolirt aufgeführt. Zwischen ihm und den Zimmern des äußeren Ringes befindet sich eine Rotunde, aus der man auf einer Treppe nach dem 10,5 Meter im Durchmesser haltenden kreisförmigen Beobachtungsraume aufsteigt; runde Fenster, welche in 1,5 Meter Höhe über dem Fußboden an-

gebracht sind, gestatten nach allen Seiten eine freie Besichtigung des Himmels. Das Drehdach, welches diesen Raum bedeckt, hat die Form eines unter 48° aufsteigenden Kegels und ist trotz seines bedeutenden Gewichtes leicht beweglich. Mit diesem Dache fest verbunden ist eine 2 Meter breite Galerie, von welcher aus man tiefer stehende Gestirne beobachten kann. Eine im Osten angebrachte Thür führt aus dem Beobachtungsraume auf eine 2,8 Meter breite Plattform, von welcher aus sich mit kleineren Instrumenten Beobachtungen anstellen lassen.

Die geographische Lage ist durch die Coordinaten gegeben:

Breite = 54° 12′ 10″
Länge = 44,9 Sek. Zeit östl. von Altona oder
40 Min. 31 Sek. „ „ Greenwich,
Höhe des Fußpunktes des großen Refractors über dem mittleren Spiegel der Ostsee bei Kiel = 9,5 Meter.

Der große, parallactisch montirte Refractor der Sternwarte, welcher seinen Platz auf dem mehrfach erwähnten Pfeiler hat, ist aus der rühmlichst bekannten Werkstatt von Hugo Schröder in Hamburg hervorgegangen. Das zum Objectiv verwendete Rohglas ist von Feil, dem Enkel Guinand's in Paris, bezogen und war auf der Pariser Ausstellung 1867 preisgekrönt worden. Um die Krümmungsradien der Gläser richtig berechnen zu können, hat Schröder erst die Brechungsindices derselben auf das Genaueste bestimmt; dann erfolgte das Schleifen auf einer Maschine, welche cykloidische Führung des zu schleifenden Stückes gestattet. Auf einer solchen Maschine lassen sich nicht nur mit großer Genauigkeit sphärische Flächen herstellen, sondern man vermeidet auch die bei der älteren Schleifmethode kaum zu umgehende Bildung von concentrisch um die Mitte sich lagernden Zonen. Während der Bearbeitung wurde die Krümmung des Glases öfters mit Fühlhebeln untersucht, deren empfindlichste noch Milliontel eines Zolles anzugeben vermögen. Die große Sorgfalt, welche der Verfertiger beim Schleifen des Objectives beobachtet hat, ist auch durch die nach Vogel's Angaben „wahrhaft überraschende" Leistung desselben reichlich belohnt worden. Die freie Objectivöffnung des Refractors beträgt 293,5 Millimeter, die Focallänge für optische Strahlen 4912 und für die chemisch wirksamsten Strahlen 4925 Millimeter.

Dem Instrumente sind acht orthoskopische Oculare beigegeben, welche Vergrößerungen vom 95= bis 915fachen gestatten.

Das Instrument steht auf einer 2,6 Meter hohen gußeisernen Säule, welche einen glockenförmigen Fuß hat, der drei zur genauen Aufstellung dienende Stellschrauben besitzt. Trotz des bedeutenden Gewichtes, welches dasselbe besitzt, läßt es sich sowohl in Rectascension als in Declination mit großer Leichtigkeit bewegen und sehr genau einstellen. Die Bewegung in Rectascension kann sowohl mit der Hand, als auch durch ein Uhrwerk bewerkstelligt werden. Das Uhrwerk ist von Eichens in Paris gefertigt und seine Regulirung ist nach dem Foucault'schen Principe ausgeführt, der Gang des Werkes läßt sich sogar während der Bewegung jeder vorkommenden Geschwindigkeit leicht accommodiren, was für photographische Aufnahmen mit Hilfe des Fernrohres von Wichtigkeit ist. Um auch die scheinbare Bewegung von Sonne und Mond nachahmen zu können, läßt sich noch ein zweites Uhrwerk einschalten, welches die Aenderungen in der Declination nachahmt. Dieses Uhrwerk wird durch eine kräftige Feder getrieben und nimmt nur wenig Raum ein.

Zur photographischen Aufnahme von Himmelskörpern läßt sich eine Camera obscura aus Cedernholz an das Fernrohr anschrauben; auch ist noch ein Linsensatz vorhanden, um das im Brennpunkte des Fernrohres entstehende Bild noch bis auf das Vierfache zu vergrößern und so auf die sensitive photographische Platte zu werfen. Man kann daher direct Photographien der Sonne von 200 Millim. Durchmesser herstellen. Bei Fixsternen lassen sich aber die photographischen Aufnahmen auch direct im Brennpunkte vornehmen.

Zu Spektralbeobachtungen dient ein gleichfalls von Schröder gefertigter Spektralapparat mit einem Satze von 5 Prismen à vision directe mit 90° brechendem Winkel. Das zugehörige Fernrohr hat 22 Millim. Oeffnung, und 230 Millim. Brennweite.

Außerdem besitzt die Sternwarte noch einige kleinere Fernröhre, Pendeluhren von Knoblich in Altona und Zachariae in Leipzig, ein Zöllner'sches Photometer von Ausfeld in Gotha, einen Prismenkreis von Pistor und Martins in Berlin, verschiedene meteorologische Instrumente u. s. w.

Der Arbeiten, die seit Frühjahr 1871 dort ausgeführt worden sind, ist im Vorstehenden mehrfach gedacht worden. Nachträglich mag noch der Versuche Erwähnung geschehen, welche gemacht worden sind, um an der Verschiebung der Spektrallinien die Bewegung von Himmelskörpern zu erkennen (vergl. Jahrg. IV des Jahrb. S. 27 u. VI S. 48). Es gelang am 10., 11. und 15. Juni den beiden Astronomen Vogel und Lohse aus der Verschiebung einer sehr feinen Linei in der Nähe von F die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne in der Aequatorialgegend zu 2497 Meter zu bestimmen, 500 Meter mehr, als sich aus der Bewegung der Sonnenflecken ergiebt.

Auch an dem Sirius, welchen schon Huggins in dieser Hinsicht untersucht hat, (Jahrg. VI des Jahrb. S. 49) und am Prokyon wurden solche Beobachtungen angestellt. Mit Berücksichtigung der Bewegung der Erde ergab sich aus den wahrgenommenen Verschiebungen der Spektrallinien, daß Sirius sich in jeder Sekunde 10,0 Meilen von der Erde entfernt, Prokyon aber sich 13,8 Meilen nähert. Natürlich sind diese Zahlen nnr Näherungswerthe.

II.

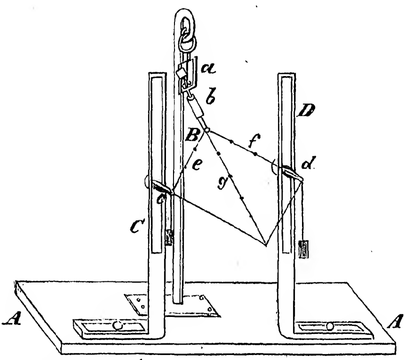
Physik und Meteorologie.

Geostatik und Geodynamik.

Apparate zur Demonstration des Parallelogramms der Kräfte.

Georg Krebs in Wiesbaden hat ein Paar Apparate zur Demonstration des genannten Gesetzes angegeben, die sehr bequem zu handhaben und für den Unterricht recht brauchbar sind.

Fig. 7.



Zur Auffindung der Resultante aus zwei Kräften dient der Apparat Fig. 7. Auf dem hölzernen Grundbrete A erhebt sich die eiserne, etwa 70 Centimeter hohe

und ein Quadratcentimeter im Querschnitte haltende, oben hakenförmig umgebogene Säule B. Am oberen Ende derselbe ist mittels eines Ringes eine Scheere a aufgehängt, welche die Zapfenlager für eine Achse trägt, die durch den Schwerpunkt einer kleinen Federwage b geht, an deren graduirten Stäbchen sich ein kleiner Ring befindet, in welchem drei seidene, nach irgend einer Einheit getheilte Schnüre befestigt sind. Es ist zweckmäßig, die Schnüre weiß und die Theilpunkte schwarz zu nehmen.

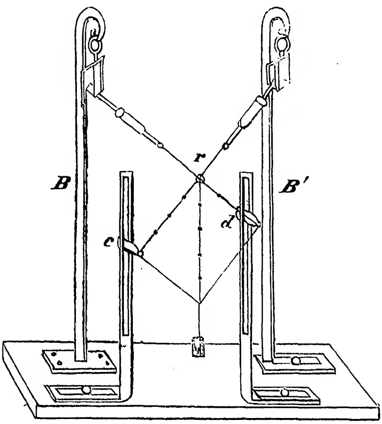
Ferner stehen auf dem Grundbrete zwei mit Schlitzen versehene eiserne Ständer C und D. In diesen Schlitzen können zwei, durch Stellschrauben beliebig festzustellende, Eisenstäbchen c und d verschoben werden. Jedes der letzteren spitzt sich vorn in eine dünne Achse zu, an der ein kleines Röllchen sitzt. Diese beiden Röllchen, an deren Achse ebenfalls eingetheilte Seidenschnüre befestigt sind, liegen mit der Achse der Federwage b in einer Vertikalebene.

Man legt nun die Schnüre e und f über die beiden Röllchen an c und d und hängt an dieselben Gewichte, z. B. 300 und 400 Grm. Ferner verschiebt man c und d so, daß e und f, von dem Ringe der Federwage bis zu den Röllchen an c und d gemessen, proportional sind jenen Gewichten, also e = 3 und f = 4 Theile, und daß außerdem beide Schnüre einen bestimmten Winkel, im angeführten Beispiele am besten einen rechten, einschließen. Dann wird die Federwage sich in eine bestimmte Richtung einstellen und ihre Skala wird einen bestimmten Zug, in unseren Falle 500 Grm., anzeigen. Zieht man nun die dritte Schnur g, welche an der Federwage angebracht ist, in die Richtung der Achse der letzteren, und zieht nach dem fünften Theilpunkte die Schnüre von c und d aus, so hat man das Parallelogramm mit seinen Diagonale vor sich.

Um die **Zerlegung einer Kraft in zwei Componenten** zu zeigen, wendet Krebs einen ähnlichen Apparat an, der aber zwei Ständer mit Federwage, nämlich einen festen, wie B, und einen verschiebbaren B′ hat (Fig. 8). Die Endringe der beiden Federwagen werden nun durch eine Schnur verbunden, auf welcher ein kleiner Ring r sitzt, an den man mittels einer Schnur ein Gewicht, z. B. 500 Grm., hängt. Durch Verschiebung dieses Ringes und des Ständers B′ kann man es dann

dahin bringen, daß jede Federwage einen bestimmten Zug, die eine z. B. in unserem Falle 300 und die andere 400 Grm. angiebt; dann nehmen zugleich ihre Achsen eine bestimmte Lage gegen einander an, in unserem Falle z. B. stehen sie senkrecht auf einander. In dieser Lage werden beide Federwagen durch Schrauben festgestellt, und nun legt man zwei andere, ebenfalls an dem erwähnten Ringelchen befestigte eingetheilte Schnüre über die Röllchen an den beiden Eisenstäbchen c und d und kann es nun durch Verschiebung der letzteren in ihren Schlitzen und durch Bewegung der beiden Ständer, in denen sich diese Schlitze befinden, dahin bringen, daß die erwähnten Schnüre in die Verlängerung der Federwagenachse fallen. Alsdann werden ihre Längen sich verhalten wie 3 : 4 und wenn man auf der mittelsten, mit 500 Grm. belasteten Schnur 5 Theile abträgt und nach den so bestimmten Punkte hin die seitlichen, um die Rolle an c und d gelegten Schnüre legt, so hat man wieder das Parallelogramm vor sich.

Fig. 8.



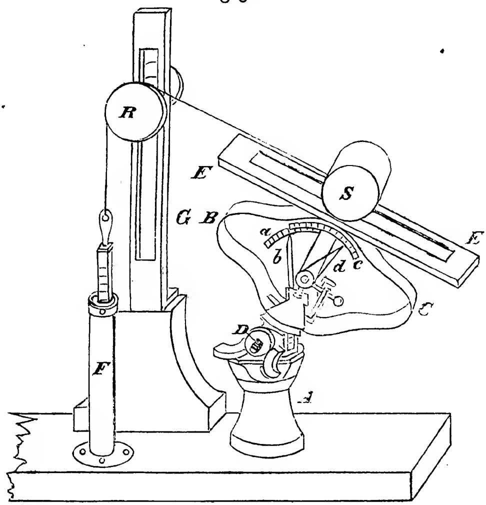
Man sieht, daß es hauptsächlich die Anwendung der Federwagen ist, welche diese Apparate so bequem macht. Ein gleichfalls von Krebs angegebener

Apparat zur Demonstration der Gesetze der schiefen Ebene

mißt nicht nur die relative Schwere eines auf die schiefe Ebene gelegten Körpers, d. h. die Kraft, mit welcher er auf der Ebene abwärts zu gehen strebt, sondern auch den Druck senkrecht gegen die Ebene. Zur Messung beider Kräfte dienen wieder Federwagen.

Auf dem Ständer A (Fig. 9) ist die etwa 15 Centimeter breite und 8 Centimeter hohe Fegerwage BC aus starkem Bandstahl angebracht, welche sich beliebig drehen und mittels der Schraube D feststellen läßt. Auf dem obersten Punkte der Wage ist die mit einem Schlitz versehene Ebene E befestigt,

Fig. 9.



deren Neigung gegen den Horizont von dem am Ständer A befindlichen vertikalen Zeiger b auf der an der Federwage angebrachten Skala a angezeigt wird. Außerdem bemerkt man an der Federwage noch die Skala c mit dem Zeiger d und den Mechanismus zur Uebertragung der Bewegung auf den Zeiger.

Auf demselben Grundbrete steht ferner die vertikale Federwage F und der Ständer G, welcher mit einem Schlitze versehen ist, in welchem sich die Rolle R auf- und abschieben und in beliebiger Höhe feststellen läßt. Man befestigt nun an der Federwage F eine seidene Schnur, legt sie über die Rolle R und befestigt andererseits an ihr das cylindrische Gewicht S, welches einen Haken trägt, den man in einen der Ringe einhängt, deren mehrere an der Schnur angebracht sind. Durch passen-

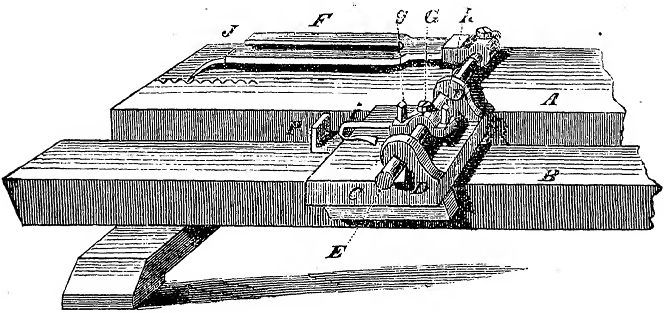
de Wahl des Ringes kann man das Gewicht gerade auf die Mitte der schiefen Ebene bringen. Außerdem stellt man die Rolle R so, daß der Faden parallel wird entweder zur schie en Ebene selbst oder zur Basis derselben; zur Ermöglichung der letzteren Einstellung ist die Ebene E mit einem Schlitze versehen. Die Wage F giebt dann den Zug parallel zur schiefen Ebene oder parallel zu deren Basis an, während die Wage BC den Druck senkrecht zur schiefen Ebene anzeigt.

Der Fallapparat von M. Th. Edelmann

im Verbindung mit dem Beetz'schen Chronoskop dient zur genauen Messung der Zeit, während welcher ein Körper eine gewisse, genau bestimmbare Höhe durchfällt.

Die eigentliche Zeitmessung besorgt das Beetz'sche Vibrations-Chronoskop, dessen Einrichtung aus Fig. 10

Fig. 10.



ersichtlich ist. Auf zwei gußeisernen Füßen, deren einen die Figur links zeigt, sind das Bret A und das schmiedeeiserne Prisma B festgeschraubt. Letzteres dient als Bahn für den Schlitten C. Wenn derselbe mit der Hand verschoben wird, so beschreibt jeder mit ihm in fester Verbindung stehende Punkt eine gerade Linie. Auf dem Schlitten sind die beiden Lager DD für die Achse E angebracht, auf welche letztere an dem einen Ende die mit einer Schreibespitze J versehene Stimm-

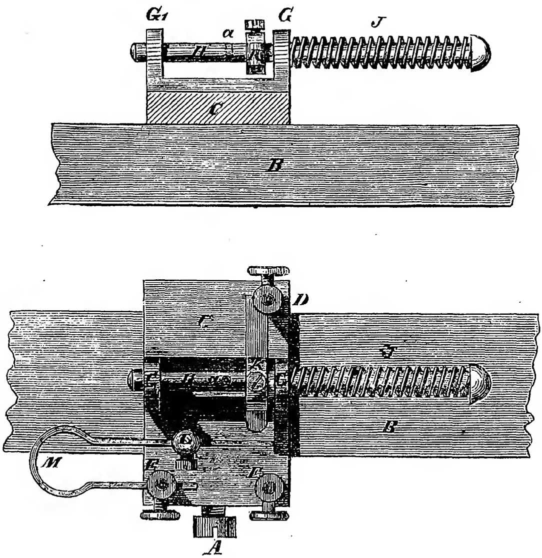
gabel F, in der Mitte aber das Gußeisenstück G festgeschraubt ist, welches letztere zur richtigen Einstellung der Stimmgabel dient. Das Stück G besteht aus einem die Achse umfassenden und mittels der zwischen g und h sichtbaren Schraube auf ihr befestigten Ringe, der zwei Lappen trägt, welche die Schrauben g und h und die gespannte Feder i aufnehmen. Diese drei bestimmen die Neigung der Stimmgabel gegen die auf der Oberfläche von A befindliche Schreibtafel. Um nämlich die Schreibspitze J von dieser Fläche zu entfernen, hat man nur h in die Höhe zu schrauben, worauf die Feder i die Achse dreht. In dieser Lage, wo g den Schlitten nicht berührt, kann man auch die Achse in ihrer Längenrichtung verschieben und so die Schreibspitze einem noch unbeschriebenen Theile der Schreibfläche zuführen. Als Schreibfläche dient ein ebenes rechteckiges Stück verzinntes Eisenblech, welches einen gleichmäßigen Ueberzug von Collodium erhält, das mit Alkanna tiefroth gefärbt ist. Am besten stellt man diesen Ueberzug durch Uebergießen her. Wenn er vollständig trocken ist, überzieht man ihn über einer Terpentinölflamme mit einer dünnen Rußschicht und befestigt dann das Blech mit Klammern auf A.

Sind nun die beiden Schrauben g und h so gestellt, daß die Schreibspitze der Gabel locker die berußte Schreibfläche berührt, so werden die Zinken der Stimmgabel zwischen Daumen und Zeigefinger einander ein Wenig genähert, worauf man eine einfache Klammer aufsetzt. Reißt man diese rasch ab, so tönt die Stimmgabel und wenn man den Schlitten gleichmäßig und nicht allzuschnell verschiebt, so beschreibt die Schreibspitze eine rothe Sinuslinie auf der berußten Collodiumfläche. Zur besseren Markirung der Zeitmomente läßt man während des Schreibens der Stimmgabel zwischen Schreibspitze und Blech elektrische Funken überschlagen, welche an der Stelle des Durchschlagens durch die Collodiumschicht äußerst feine weiße Punkte erzeugen, zwischen denen man die Anzahl der Schwingungen bis auf $^1/_{10}$ Schwinguug genau ablesen kann.

Um sofort nach dem Abziehen der Stimmgabel die Erscheinung einzuleiten, deren Zeitdauer bestimmt werden soll, hat Edelmann die eigenthümliche Contactvorrichtung construirt, welche uns Fig. 11 im Längen-Verticalschnitt und von oben gesehen zeigt. Mittels der Schraube A wird auf das Prisma

B des Chronoskopes das Gußstück C aufgeschraubt, welches die von ihm isolirten Klemmschrauben D und E und die mit ihm leitend verbundene F aufnimmt, und außerdem das Lager GG_1 für die Stange H trägt, die durch die Spiralfeder J in

Fig. 11.



ihrer Lage gehalten wird. An dieser Stange H sitzt das Contactstück K, welches bei der abgebildeten Stellung von H eine leitende Verbindung mit D, beim Zurückschieben der Stange aber eine solche mit L und mittels der Feder M mit E herstellt.

Vor dem Abziehen der Stimmgabel wird nun der Schlitten des Chronoskopes möglichst dicht an den Contact herangeschoben, so daß der an dem Schlitten sitzende Winkel P (Fig. 10) die Stange H des Contactes unter Zusammendrücken der Spiralfeder J soweit nach links schiebt, daß das kleine Loch a links vor G_1 tritt, worauf man ein kleines Stiftchen durch dieses

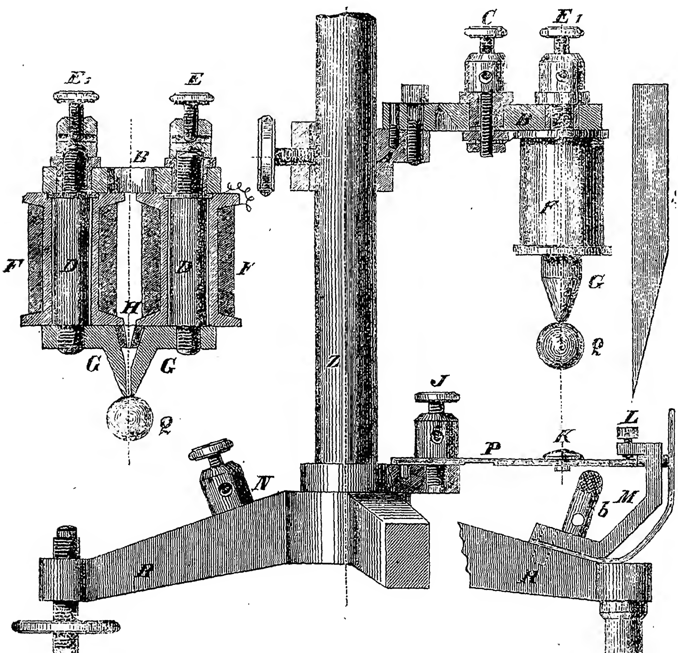
Loch steckt und so die Stange arretirt. Soll nun der Versuch gemacht werden, so wird zuerst das Stiftchen entfernt, dann die Stimmgabel abgezogen und der Schlitten nach rechts hin bewegt. Sowie nun der Winkel P des Schlittens sich von der Contactvorrichtung entfernt, geht die Stange H in Folge der Federspannung nach rechts und in dem Augenblicke, wo der nach vorn liegende Arm von K das auf der Feder M sitzende Kügelchen L berührt, wird ein von F durch C nach G_1, H, K, L und M nach E gehender Strom momentan geschlossen, während später, wenn die in Fig. 11 angegebene Stellung erreicht ist, der Strom den Weg $FCG_1 HKD$ nimmt. Weiter unten werden wir sehen, wie diese Ströme dazu dienen, den Anfangs- und Endmoment, deren Dauer man messen will, auf der Schreibfläche zu markiren.

Wir kommen nunmehr zur Beschreibung des eigentlichen Fallapparates (Fig. 12). Ein schwerer Dreifuß R trägt den 60 Centimeter langen Eisencylinder Z, an welchem sich die Hülse A befindet, an deren Rande der Stahlmagnet B festgeschraubt ist. In diesen Magneten, aber von ihm isolirt, sind die Klemmschraube C und ein Paar weiche Eisencylinder D eingelassen, welche die Klemmschrauben E und E_1, die Drahtspiralen F und die schmiedeisernen Halbanker G tragen. Die letzteren werden, wie die Nebenfigur andeutet, durch ein Hartgummistück H aus einander gehalten, welches in der Mitte durchbohrt ist, um beim Einrichten des Instrumentes die Schnur eines Senkels aufzunehmen. Die Enden der beiden Spiralen F stehen mit C und dem Stahlmagneten B und dadurch mit der Klemme N in leitender Verbindung.

Ferner ist oberhalb des Dreifußes auf einem Hartgummistück eine Feder P mittels der Klemmschraube J befestigt; diese Feder liegt an der Schraube L an und vermittelt so mit dem Winkel M eine leitende Verbindung zwischen J und N. Sowie aber die Feder P niedergedrückt wird, schiebt sich ein an einer andern Feder angebrachtes Elfenbeinstäbchen a zwischen L und P und unterbricht die Leitung; der Hartgummikopf b verhindert eine zu starke Biegung von P. Die Feder P trägt noch außerdem einen oben kegelförmig begrenzten Aufsatz K, der mittels Senkloth genau unter die Oeffnung H gestellt wird.

Der Apparat functionirt nun auf folgende Weise: durch den Stahlmagneten B werden die Eisencylinder D und die Anker G inducirt und letztere tragen daher die Eisenkugel Q. Mittels eines über die Magnetpole gelegten keilförmigen Ankers S kann man übrigens den Grad der Anziehung beliebig re-

Fig. 12.



guliren. Leitet man aber durch die Spiralen F einen Strom auf dem Wege NRZABFC, der den vom Stahlmagneten inducirten Magnetismus der Anker G gerade aufhebt, so fällt die Kugel Q ab und öffnet einen Strom E_1DGQGDE, und diese Stromöffnung wird in einem Ruhmkorff'schen Inductionsapparat benutzt, um durch einen ersten Funken auf der Schreib-

fläche des Chronoskopes den Beginn des Falles zu markiren. Sowie aber die Kugel unten auf K auftrifft, wird der Contact bei L aufgehoben und der Strom NRMLPJ geöffnet, was den zweiten, das Ende des Falles markirenden Funken giebt.

Die Fallhöhe wird sehr genau entweder mit Hilfe eines Kathetometers oder auch auf die Weise ermittelt, daß man A bis zu völliger Berührung der Kugelflächen K und Q herabstellt und mit einer Reißnadel den Rand von A auf Z markirt, dann A hinaufschraubt und wieder den Rand auf Z markirt, um später die Entfernung beider Marken mit einem Maßstabe zu messen.

Wir haben jetzt nur noch ein Paar Worte über die Zusammenstellung der Apparate zu sagen. Zunächst hat man zwei Batterien nöthig, die eine hinreichend, um durch einen kurzen Schluß die Kugel Q abzuwerfen, und die andere genügend, um mit einem Ruhmkorff'schen Inductor Funken von 3—4 Millim. Schlagweite zu erregen. Edelmann hat ersteres mit einem einzigen Grove'schen Elemente, letzteres mit zweien erreicht. Wie die einzelnen Apparate durch Leitungsdrähte mit einander verbunden sind, ist aus dem Stromlaufschema Fig. 12 [a] ersichtlich. Darin bedeuten $+B_1$ und $-B_1$ die Klemmschrauben der ersten, $+B_2$, $-B_2$ die der zweiten Batterie, R_1 und R_2 die Klemmschrauben des Ruhmkorff'schen Apparates, endlich deuten die angehängten kleinen Buchstaben c und f Contact und Fallapparat an, während die großen Buchstaben dieselben sind, wie in Fig. 11 und 12. Es werden nun durch Drähte verbunden

$$+B_1 \ldots C_f,\ -B_1 \ldots E_c,\ -B_2 \ldots R_1,\ +B_2 \ldots E_f,$$
$$+B_2 \ldots J_f,\ E_{1f} \ldots R_2,\ N_f \ldots F_c,\ R_2 \ldots D;$$

außerdem führt man noch eine Drahtleitung von der Inductionsspirale des Ruhmkorff unter das Schreibeblech, die andere nach einem der Eisenfüße des Chronographen.

Fängt man nun den Schlitten der Chronographen zu bewegen an und kommt durch Rückgang der Stange H (Fig. 11) den Contact KL zu Stande, so tritt der Strom

$$-B_1,\ EMLKHGF_c,\ NZABFC_f,\ +B_1$$

ein, die Kugel fällt ab und es öffnet sich der Strom

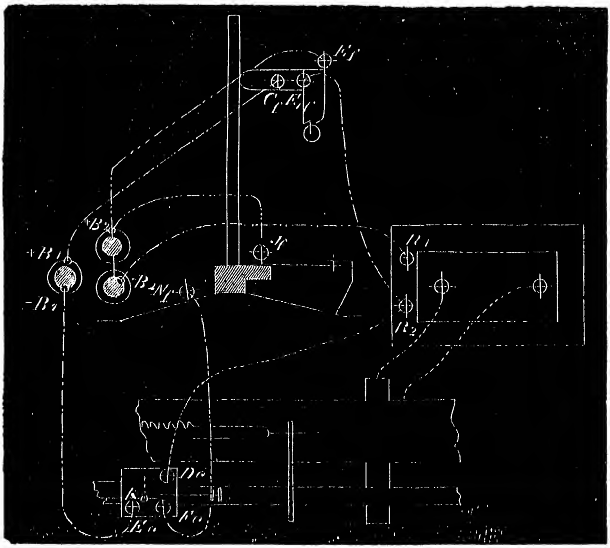
$$+B_2,\ EDGQGDE_{1f},\ R,R_1,\ -B_2;$$

der erste Funke schlägt durch die Collodiumschicht der Schreibeplatte. Beim weiteren Rückgange des Schlittens tritt der Contact KD ein, dadurch wird der Strom der zweiten Batterie nochmals geschlossen und nimmt den Weg

$$+B_2,\ JPLMRN_1,\ FGHKD_c,\ R_2, R_1,\ -B_2.$$

Wenn dieser Strom beim Auftreffen der Kugel unterbrochen wird, entsteht die zweite Marke auf der Sinuslinie,

Fig. 12a.



welche der Schreibstift der Stimmgabel beschreibt. Wenn man dann die Anzahl der Schwingungen zwischen beiden Marken zählt, so kann man mit Benutzung der bekannten Schwingungszahl der Stimmgabel leicht die Dauer des Falles der Kugel Q ermitteln. Edelmann theilt aus einer Reihe von 14 Versuchen, die bei einer Fallhöhe von 67,32 Millim. unternommen wurden, als mittlere Anzahl der Schwingungen der Stimmgabel die Zahl 29,82 mit, und da die Schwingungszahl der Gabel 254,8

war, so ergiebt sich hieraus die Fallzeit von 0,1169 Sekunden, während sich durch directe Berechnung dieser Zeit aus der Fallhöhe 0,1171 Sekunden ergeben, was nur um 0,0002 von dem experimentell gefundenen Werthe differirt. Auch bei kleinen Fallhöhen, bis zu 13 Millim. herab, gelingen die Versuche vollkommen.

Diese Apparate werden von von den „Physikalisch-mechanischen Institute von M. Th. Edelmann" in München geliefert, der Fallapparat für 60 Gulden, das Chronoskop mit Contactvorrichtung für 65 Gulden s. W.

Man kann diesen sinnreichen Apparat nicht blos zur Anstellung von Vorlesungsversuchen, sondern auch zu sehr genauen Messungen benutzen; bei Benutzung größerer Fallhöhen kann er auch zur Ermittelung der Gesetze des Luftwiderstandes dienen. Es mag hier gelegentlich bemerkt werden, daß K. H. Schellbach in Berlin, als Mitglied einer zur Ermittelung dieser Gesetze für gewisse technische Zwecke berufenen Commission, mittels eines eigenthümlich construirten Apparates (beschrieben in Poggendorff's Annalen CXLIII, S. 1 u. f.) eine Reihe vorläufiger Versuche angestellt hat, welche der bisher sehr allgemein gehegten Vorstellung keinen Raum geben, daß der Widerstand der Luft bei kleinen Geschwindigkeiten, wie sie etwa ein Sekundenpendel im tiefsten Punkte seiner Bahn besitzt, der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportional sein sollte.

Der Stoß elastischer Körper und die Stoßzeit

sind neuerdings von Heinr. Schneebeli einer nähern Untersuchung unterworfen worden. Die älteren Arbeiten über diesen Gegenstand hatten wie die von Wallis, Wren, Huygens immer nur das Endresultat, die Bewegung der Körper nach dem Stoße, zum Gegenstande, während der eigentliche Vorgang beim Stoße selbst unberührt blieb, hauptsächlich weil die Zeitdauer dieses Vorganges sehr klein und daher mit gewöhnlichen Hülfsmitteln nicht meßbar ist. Erst Pouillet gab 1845 ein Hilfsmittel zur Messung so kurzer Zeiten an. Er bemerkte nämlich, daß ein Galvanometer, durch das man eine ganz kurze Zeit lang einen kräftigen Strom von beiläufig sechs Elementen schickt, einen mehr oder minder bedeutenden Ausschlag macht, je nach der Dauer des Stromes. Um nun die zu einem jeden

Ausschlage nöthige Zeit zu ermitteln, benutzte Pouillet eine rotirende Glasscheibe, deren Achse den einen Pol bildet, während der andere in Form einer Feder auf der Scheibe schleift. Auf letzterer ist als Radius ein schmaler Streifen Zinnfolie aufgeklebt und leitend mit der Achse verbunden. Solange nun die Feder über diesen Streifen gleitet, ist der Strom geschlossen, und man kann diese Zeitdauer, indem man theils die Rotationsgeschwindigkeit, theils die Entfernung der Feder von der Achse ändert, beliebig verkürzen und verlängern. Man kann sich also mit diesem Apparate erfahrungsmäßig eine Tabelle zusammenstellen, welche zu jeden Galvanometerausschlage die zugehörige Zeit giebt.

Statt dieser Pouillet'schen Kalibrirung des Galvanometers, die bei der Ausführung mancherlei Uebelstände zeigt, hat Schneebeli eine andere in Anwendung gebracht: An der 11 Pfd. schweren Messingkungel eines aus mehreren Stäben zusammengesetzten Pendels sind nebeneinander drei Stücke einer Uhrfeder von etwa 15 Millim. Länge festgelöthet. Unter diesem Pendel wurde ein verschiebbarer Tisch aufgestellt, auf den ein Streifen glasharten Stahles in Kammmasse eingesetzt war; da wo die Feder über denselben hinwegging, stieß gegen ihn auf der einen Seite eine Glasplatte, eine horizontale Ebene mit ihm bildend. Indem die Feder zunächst genöthigt war, auf dem Glas zu schleifen, wurden ihre drei Theile in eine Ebene gebogen und die Gefahr, daß alle drei Theile der Feder in Folge des Springens über die freie Spalte zwischen Glas und Stahlstreifen auch den letzteren mit überspringen möchten, war dadurch so gut wie ganz beseitigt, während bei einer aus einem einzigen Stück bestehenden Feder dieser Uebelstand sich oft einstellte. Die Länge des Pendels betrug übrigens 2320 Millim., die Länge des entsprechenden mathematischen den angestellten Versuchen zu folge 2160 Millim., die Breite des Stahlstreifens 0,85 Millim. Da man aus der Höhe, welche das Pendel bei seiner größten Elongation hat, die Geschwindigkeit bei der tiefsten Lage einfach berechnen kann, so ist es möglich, indem man das Pendel einestheils, den Stahlstreifen anderntheils mit den Polen einer Batterie verbindet, in deren Strom ein Galvanometer eingeschalten ist, auf dem Wege des Experimentes eine Tabelle zu construiren, welche für verschiedene Zeitdauer

des Stromes den Ausschlag der Galvanometernadel angiebt. Es ergab sich dabei; daß der Ausschlag des Galvanometers proportional sei der Zeit des Stromschlusses. Die Zeiträume, mit denen experimentirt wurde, schwankten zwischen 0,00015 und 0,00070 Sekunden.

Schneebeli untersuchte zuerst den Stoß glasharter Stahlmassen gegen einander.

Zunächst betrachtet er den Stoß gegen eine ebene Fläche, die Stirnfläche eines festgeschraubten Stahlcyinders. Als stoßende Körper dienten pendelartig aufgehängte Stahlcylinder oder Kugeln. Indem der feste Stahlcylinder einestheils, der Aufhängedraht anderntheils in die Leitung eingeschalten wurden, welche nach den Galvanometer führte, trat eine Schließung des Stromes ein, so lange der stoßende Körper die Stoßfläche berührte.

Aus den Ausschlägen für verschieden schwere stoßende Körper der Galvanometernadel ergab sich zunächst der Satz, daß die Stoßzeit mit der Masse des stoßenden Körpers zunimmt und derselben beinahe proportional ist.

Als man ferner den stoßenden Körper aus verschiedener Höhe pendelartig herabfallen ließ, zeigte sich die Stoßzeit abnehmend mit wachsender Fallhöhe.

Die stoßenden Körper wurden ferner an der Stoßfläche verschieden abgerundet um den Einfluß der Krümmung auf die Stoßzeit studiren zu können. Dabei stellte sich eine Abnahme der Stoßzeit bei zunehmenden Halbmesser der Stoßfläche heraus; doch war diese Abnahme nur gering (bei 5,2 Millim. Radius wurden 101,0 Ausschläge, bei 62,0 Millim. aber 41,3 Ausschläge der Nadel notirt). Der Stoß genau ebener Flächen läßt sich schwer realisiren und wurde daher nicht geprüft.

Noch geringer als der Einfluß der Krümmung ist derjenige der Länge der stoßenden Körper; es zeigte sich indessen doch, daß die Stoßzeit mit der Länge des stoßenden Körpers zunimmt.

Es wurden dann noch Versuche über den Stoß verschiedener Stahlkugeln angestellt, wobei sich der Satz ergab: Beim Stoße zweier frei hängenden elastischen

Körper ist es für die Dauer der Berührung gleichgültig, welcher der gestoßene oder der stoßende Körper ist.

Um einen Begriff von der außerordentlichen Geringfügigkeit der Berührungszeiten, um die es sich hier handelt, zu geben, sei erwähnt, daß diese Zeit bei einem Stahlcylinder von 695 Grm. Gewicht, der aus einer Fallhöhe von 33 Millim. gegen eine feste Stahlfläche schlug, nur 0,00019 Sekunden betrug.

Später hat Schneebeli diese Untersuchungen auf andere Metalle ausgedehnt und mit Kugeln aus Kupfer, Zink, Messing, Silber, Zinn und Blei experimentirt. Aus diesen Untersuchungen hat er insbesondere den folgenden bemerkenswerthen Satz abgeleitet: Stößt eine Reihe von elastischen Körpern gegen eine und dieselbe elastische Fläche, so sind die Stoßzeiten umgekehrt proportional den Quadratwurzeln aus den Elasticitäts-Coefficienten.

Hydrostatik und Hydrodynamik.

Als Ergänzung dessen, was im VI. Jahrg. dieses Jahrbuches (S. 54 u. f.) über denselben Gegenstand mitgetheilt worden, ist, statten wir hier zunächst Bericht ab über eine ältere Arbeit des Prof. Carl Marangoni in Florenz

Ueber die Ausbreitung der Tropfen einer Flüssigkeit auf der Oberfläche einer anderen.

Marangoni macht zunächst darauf aufmerksam, daß das fragliche Phänomen zwei Phasen zeigt. Ein Tropfen Oel, auf eine in einem reinen Gefäße befindliche Wassermasse gegossen, breitet sich aus und bedeckt die ganze Oberfläche; das überflüssige Oel sammelt sich später in einer großen Anzahl zerstreuter Tröpfchen. Alle später auf die Fläche gebrachten Tropfen aber breiten sich nicht aus, sondern werden linsenförmig. Die Oberfläche des Wassers erscheint also durch die dasselbe bedeckende Oelschicht gesättigt. Es kann hiernach die früher so berühmte Erklärung von Fusinieri, welcher der verdünnten Materie eine abstoßende Kraft zuschrieb, die er für fähig ausgab, bis ins Unendliche zertheilt zu werden, nicht richtig sein.

Die Ausbreitung des Oeltropfens geht mit sehr großer Schnelligkeit von statten, daher man sie bei Laboratoriumversuchen weniger gut beobachten kann. Marangoni konnte aber den Verlauf der Erscheinung deutlich verfolgen, als er seine Versuche in dem großen Bassin der Tuilerien in Paris anstellte, das beiläufig 70 Meter Durchmesser hat. Nachdem er einen mit Oel getränkten Badeschwamm auf das Wasser geworfen, sah er, wie der kreisförmige, sehr scharfe Rand der Oelfläche sich mit großer Schnelligkeit erweiterte.

Als eine große Fläche des Wassers in genanntem Bassin mit Staub bedeckt und ein Tropfen Oel darauf geschüttet wurde, bewegten alle Staubtheilchen sich im Kreise in der Richtung der Ausbreitung, und zwar nicht blos in der Nähe des Tropfens, sonder auch in einer Entfernung von mehreren Decimetern, wo noch keine Spur von Oel war. Die Geschwindigkeit der Ausbreitung des Randes war in diesem Falle weit kleiner, als bei reiner Wasserfläche, betrug aber immer noch ungefähr 2 Meter in der Sekunde.

Als Ursache der ganzen Erscheinung nimmt Marangoni die Oberflächenspannung an. Wenn auf die Oberfläche einer Flüssigkeit, deren Oberflächenspannung bedeutend ist, wie z. B. Wasser, ein Tropfen einer Flüssigkeit mit geringerer Spannung, wie Oel, gebracht wird, so wird die Oberflächenspannung des Wassers an der theilweisen Berührungsstelle beider Flüssigkeiten vermindert. Wenn nun die Summe der Spannungen der obern und unteren Fläche des Oeltropfens geringer ist, als die Spannung an der freien Oberfläche des Wassers, so muß der Rand des Tropfens sich mehr und mehr erweitern. Ist dagegen jene Summe größer, als die Flüssigkeitsspannung, so bleibt der Tropfen unbeweglich und linsenförmig. Die beobachteten Bewegungen der Staubtheilchen erscheinen gleichfalls als Folge der Oberflächenspannung des Wassers.

Um dieselben Erscheinungen auf einer kleinen Wasserfläche beobachten zu können, bedeckte Marangoni später Glastafeln mit einer dünnen, nur 3 Millim. starken Wasserschicht und ließ das Oel sich auf dieser Wasserschicht ausbreiten. Die Ausbreitung erfolgte dann nur langsam, aber um so rascher je größer der darauf gebrachte Oeltropfen war. Auch hierin erkennt M. die Wirkung der Oberflächenspannung.

Dem Hauptbeweis für die Richtigkeit seiner Theorie aber sieht er in der Thatsache, daß alle mit weniger Cohäsionskraft versehene Flüssigkeiten sich auf der Oberfläche derjenigen, welche mit mehr Cohäsionskraft ausgestattet sind, ausbreiten, während umgekehrt die letzteren auf der Oberfläche der ersteren in Tropfenform verharren. Als Maßstab für die Cohäsion benutzte M. die Steighöhen der Flüssigkeiten in einem Capillarohre von 1 Millim. Weite multiplicirt mit der Dichtigkeit. Daß in der That bei Bedeckung des Wassers mit einer dünnen Oelschicht eine Verringerung der Oelflächenspannung des ersteren eintritt, und zwar in dem Grade, daß diese Spannung noch geringer wird, als die des Oeles für sich, schließt M. aus der Thatsache, daß Wasser mit unbedeckter Oberfläche in dem Capillarrohre eine Höhe von 21 Millim. erreicht, während es unter einer dünnen Oelschicht bedeckt nur 13, unter einer dickeren Oelschicht 15 Millim. hoch steht.

Von der obigen Regel für die Ausbreitung der Flüssigkeiten macht das Quecksilber eine Ausnahme, welches 6 bis 7 mal soviel Cohäsion besitzt als das Wasser und auf welchem sich daher alle Flüssigkeiten ausbreiten sollten, während in Wirklichkeit nur Alkohol und Aether dies thun, aber auch diese nur langsam und unregelmäßig, so daß die Erscheinung ein ganz anderes Aussehen hat, wie bei anderen Flüssigkeiten. M. erklärt dies daraus, daß die Cohäsion des Wassers, Oeles 2c. zum Quecksilber und allen Metallen nur gering ist, was zur Folge hat, daß die Oberflächenspannung des Quecksilbers nur wenig verringert wird, so daß dann die Summe der beiden Oberflächenspannungen des Tropfens größer ist, als die Spannung der Quecksilberoberflächen, weshalb der Tropfen sich nicht ausbreiten kann.

Marangoni faßt schließlich seine Ansichten über die Ausbreitung und Zusammenziehung der Tropfen in folgende drei Sätze zusammen:

Jede Flüssigkeit hat eine eigene Oberflächenspannung, welche sich bei der Ausbreitung der Tropfen in dynamischer Thätigkeit offenbart.

Die gemeinsame Oberfläche zweier Flüssigkeiten hat eine geringere Oberflächenspannung

als die Differenz der Oberflächenspannungen beider Flüssigkeiten selbst (mit Ausnahme des Quecksilbers).

Wenn man deshalb einen Tropfen einer mit weniger Cohäsion versehenen Flüssigkeit auf eine mit mehr Cohäsion versehene schüttet, so wird dieser sich ausbreiten müssen; im entgegengesetzten Falle bleibt der Tropfen unbeweglich in Linsenform sitzen.

Außerdem hat Marangoni interessante Einzelheiten über die Ausbreitung eines Tropfens auf der Oberfläche einer andern Flüssigkeit mitgetheilt. Von dem Augenblicke an, wo der Tropfen seine Linsenform verliert, sind drei verschiedene Stadien seiner Ausbreitung zu unterscheiden.

Erstes Stadium: der „erweiterte Tropfen". Wenn man einen recht großen Tropfen Olivenöl auf eine weite Wasserfläche schüttet, so nimmt er nach einiger Zeit, sobald er einen gewissen Durchmesser erreicht, einen intensiven Glanz und weiße Farbe an.

Zweites Stadium: der „regenbogenfarbene Fleck". Am Rande entstehen glänzende abwechselnd rothe und grüne Ringe, die anfangs an Zahl und Breite sich vermehren, dann aber sich in den Mittelpunkt zusammen ziehen, wo sie einen centralen, sich stetig vergrößernden Fleck bilden, während gleichzeitig auch der Rand sich mit vermehrter Schnelligkeit ausbreitet. Die Vergrößerung des centralen Fleckes geht nur langsam von statten und er erreicht höchstens einige Centimeter Breite, worauf die Farben vom Rande her allmälig verschwinden. M. unterscheidet in diesem Ringe zwei Rangordnungen von Farben: am Centrum rothe und grüne Ringe von überraschender Reinheit und Lebhaftigkeit, darauf die sogenannte „Franse" des Fleckes, d. h. Ringe von blauer, rother, rothgelber, lichtblauer, kaffeebrauner, goldgelber und silberweißer Farbe, endlich eine strahlige, wenig merkbare blaue Schattirung.

Drittes Stadium: der „farblose Schleier" oder die Oelfläche außerhalb der Franse des regenbogenfarbenen Fleckes, die auch nach dem Verschwinden des letzteren sich noch erweitert.

Ein Oeltropfen, auf die Oberfläche des „farblosen Schleiers" nach dem Verschwinden des Fleckes gegossen, breitet sich langsam

aus. Auf der Oberfläche des „erweiterten Tropfens" dagegen breitet sich ein zweiter anfangs nicht aus, sondern bleibt im Linsenform; am Rande des erweiterten Tropfens zeigen sich aber Ringe, die nach innen zusammenlaufen und, wenn sie den linsenförmigen Tropfen erreichen, so breitet sich derselbe auf dem ersten aus. Auf dem „regenbogenfarbenen Flecke" verharrt ein Oeltropfen im Zustande des „erweiterten Tropfens" bis der Fleck vergeht, dann erst breitet er sich aus. M. leitet aus diesen und ähnlichen Beobachtungen das allgemeine Princip ab: Wenn man Oeltropfen auf andere, in den verschiedensten Stadien der Ausbreitung befindliche Oeltropfen gießt, so bleiben die neuen Tropfen immer in den Entwickelungsstadien der Ausbreitung, welches derjenigen des Tropfens, auf welchen man sie bringt, unmittelbar vorausgeht. Doch setzen diese Untersuchungen immer eine große Wasserfläche voraus.

Die Erscheinungen der Tropfenausbreitung sind eng verwandt mit denen der Capillarität: beide werden hervorgerufen durch eine Veränderung der Spannung der Flüssigkeit auf der gemeinsamen Oberfläche. Ist es eine Flüssigkeit, welche die Spannung modificirt, so haben wir das Phänomen der Ausbreitung vor uns; ist es aber ein fester Körper, so beobachten wir Capillarerscheinungen.

Capillarerscheinungen.

In einer früheren Arbeit über die Steighöhe von Salzlösungen in Capillarröhren hat C. Alph. Valson eine eigenthümliche Definition des Capillaritäts-Moduls gegeben. Bedeutet nämlich MR ein Salz, M sein metallisches, R sein metalloidisches Radical und bereitet man sich von verschiedenen solcher Salze Normallösungen, die in einem Liter Wasser je ein Aequivalent (in Gramm ausgedrückt) des wasserfreien Salzes enthalten, so werden diese Lösungen in einem Capillarröhrchen von 1/2 Millim. Durchmesser verschieden hoch steigen. Am höchsten steigt die Salmiak-, fast gleichhoch die Chlorlithiumlösung. Nimmt man aber statt des Chlorammoniums eine andere Chlorverbindung, so findet man eine geringere Steighöhe, z. B.

bei Chlorcalium betrug der Unterschied 1,4 Millim. und diese Größe ist es, die Valson als „Capillaritätsmodul" des Calciums bezeichnet. Ganz dasselbe gilt von den metalloidischen Radicalen. Der Modul einer Verbindung ist gleich der Summe der Moduln der beiden Radicale M und R. Im folgenden geben wir die von Valson aufgestellte Tabelle dieser Moduln für die Temperatur von + 15° C.

Metallische Radicale.			Metalloidische Radicale.		
Ammonium NH^4	0,0	Millim.	Chlorür Cl .	0,0	Millim.
Lithium Li . .	0,05	"	Carbonat CO^3 .	0,5	"
Natrium Na .	1,2	"	Nitrat NO^6. .	1,0	"
Magnesium Mg	1,4	"	Bicarbonat C^2O^6	1,1	"
Calcium Ca. .	1,4	"	Sulfat SO^4. .	1,2	"
Kalium K . .	1,5	"	Sulfit SO^3. .	1,3	"
Mangan Mn . .	2,5	"	Hyposulfit S^2O^3	1,4	"
Eisen Fe . .	2,5	"	Bromür Br . .	2,1	"
Zink Zn . . .	2,7	"	Jodür J . . .	3,9	"
Kupfer Cu . .	2,9	"			
Strontium Sr .	2,9	"			
Barym Ba. .	3,9	"			
Kadmium Cd .	4,3	"			
Silber Ag . .	5,5	"			
Blei Pl . . :	5,9	"			
Thallium Tl .	7,9	"			

Weiß man z. B., daß Salmiaklösung 60,9 Millimeter hoch steigt, so findet man die Steighöhe des salpetersauren Baryums, wenn man die Summe der Aequivalente von Barym und Salpetersäure 3,9+1,0=4,9 von 60,9 subtrahirt. Die Rechnung giebt 56,0 Millim., während thatsächlich 55,9 beobachtet wurden.

In einer späteren Arbeit unternimmt es Valson zu zeigen, daß für die verschiedenen in Untersuchung genommenen normalen Salzlösungen der Chlor-, Brom, und Jodverbindungen, sowie der schwefel- und salpetersauren Salze oben genannter Elemente das Product aus Steighöhe und Dichtigkeit nahezu gleich groß ist, so daß also in einem und demselben Capillarröhrchen nahezu gleiche Gewichte der verschiedenen Salzlösungen emporsteigen. Für ein Röhrchen von

$1/2$ Millim. Weite fand Valson jenes Product (die Steighöhe in Millim. ausgedrückt) ungefähr gleich 61,5 (Comptes rendus, 9. Mai 1870, 8. Janv. 1872).

Die Geschwindigkeit des capillaren Aufsteigens von Flüssigkeit ist von E. Decharme zum Gegenstande einer umfänglichen Untersuchung gemacht worden, von der er vorläufig der Pariser Akademie die Hauptergebnisse mitgetheilt hat (Comptes rendus, 1. Avril 1872).

Wenn man in eine Flüssigkeit eine an beiden Enden offene, mit der Flüssigkeit benetzte Capillarröhre einsetzt, so steigt die Flüssigkeit sehr schnell in der Röhre empor; die Geschwindigkeit des Aufsteigens läßt aber sehr bald nach und wird schließlich unmerklich. Diese Geschwindigkeit ist aber nicht gleichförmig verzögert; denn in diesem Falle müßte der Zusammenhang zwischen der Zeit und der erreichten Höhe durch eine Gleichung dargestellt werden, die im Bezug auf erstere vom zweiten, im Bezug auf letztere vom ersten Grade ist, während thatsächlich die Gleichung, welche diesen Zusammenhang ausdrückt, die beiden ersten Potenzen der Zeit und den natürlichen Logarithmus der Höhe enthält.

Untersucht man verschiedene Flüssigkeiten mit derselben Capillarröhre, z. B. von einem Millim. Durchmesser, und bei gleicher Temperatur, z. B. 0°, so findet man die Geschwindigkeit für die verschiedenen Flüssigkeiten verschieden.

Bei einer und derselben Röhre stehen die Geschwindigkeiten nicht in directem Verhältnisse zu der Gesammthöhe des Aufsteigens. Klebrige Flüssigkeiten, wie Schwefelsäure, Glycerin, Oele, haben eine schwächere Anfangsgeschwindigkeit und auch in der Folge ist dieselbe geringer, als bei Wasser, Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Aether, 2c., und doch erreichen erstere eine bedeutendere Höhe als letztere. Auch ist die Geschwindigkeit nicht umgekehrt proportional der Gesammtdauer des Aufsteigens, oder etwa der Dichtigkeit. Das Gesetz ist jedenfalls complicirter.

Von den mehr als 150 untersuchten Flüssigkeiten (namentlich Chlor-, Jod- und Bromverbindungen und Salze von Ammoniak, Kalium, Lithium und Beryllium) besitzt wässrige Salmiaklösung die größte Geschwindigkeit des Aufsteigens; dieselbe nimmt mit wachsendem Salzgehalt zu und übersteigt die

des Wassers um so mehr, je höher die Temperatur ist. Chlorlithium, das einzige Salz, das in wässriger Lösung höher steigt als Wasser, hat eine bedeutend geringere Geschwindigkeit als Wasser, und die des letzteren wird wieder von derjenigen einer Menge Flüssigkeiten übertroffen.

Bei allen Flüssigkeiten nimmt die Geschwindigkeit des Aufsteigens mit der Temperatur zu. Auch das Wasser in der Nähe des Maximums der Dichte macht keine Ausnahme von diesem Satze; doch findet das Wachsen der Geschwindigkeit zwischen 0 und 10° mehr gleichmäßig, über 10° aber um so rascher statt, je höher die Temperatur ist. Uebrigens ist diese Aenderung der Geschwindigkeit bei verschiedenen Flüssigkeiten verschieden; bei manchen Flüssigkeiten wird die Geschwindigkeit bei einer Temperaturzunahme von 50° verdoppelt.

Für dieselbe Flüssigkeit und dieselbe Neigung der Röhre wächst der in der Sekunde zurückgelegte Weg mit dem Durchmesser der Röhre.

Die Geschwindigkeit wächst ferner mit der Neigung der Röhre.

Mit zunehmender Zeit werden die Geschwindigkeitsänderungen immer kleiner und verschwinden endlich ganz.

Ueber Capillaritäts-Erscheinungen an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten

sind von G. Quincke in Berlin umfängliche Untersuchungen veröffentlicht worden, deren Hauptergebnisse nachstehend angegeben sind.

Wenn R und R' die beiden Hauptkrümmungshalbmesser der freien, von Luft begrenzten Oberfläche einer Flüssigkeit sind, so ist, wie Laplace nachgewiesen hat, der nach der concaven Seite der Fläche in Richtung der Normalen ausgeübte Druck durch die Gleichung

$$P = p + \frac{k}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$$

bestimmt, wo p den Druck für den Fall einer ebenen Fläche bedeutet und $\frac{k}{2}$ oder, wie Quincke schreibt, α eine gewisse, von

der Natur der Flüssigkeit abhängige Constante, die Capillarconstante ist. Dieselbe drückt im folgenden die in Milligrmm. gemessene Spannung aus, welche auf eine Strecke der Flüssigkeitsoberfläche von der Breite eines Millimeters ausgeübt wird. Diese Spannung ist in allen Theilen der Flüssigkeitsoberfläche gleich groß.

In gleicher Weise herrscht auch an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten 1 und 2 eine gewisse Spannung $\alpha_{1.2}$, wie in einer Membran, und aus ihr ergiebt sich durch Multiplication mit der Summe der reciproken Werthe der Hauptkrümmungshalbmesser eines Punktes der Grenzfläche der capillare Druck in normaler Richtung zur Fläche.

Die Größe dieser Oberflächenspannung oder Capillarconstanten $\alpha_{1.2}$ läßt sich indessen nicht unmittelbar aus den Capillarconstanten α_1 und α_2 für die freien Oberflächen der beiden Flüssigkeiten 1 und 3 berechnen, sondern ist durch besondere Versuche zu ermitteln. Namentlich ist sie nicht, wie häufig angenommen wird, gleich der Differenz $\alpha_1 - \alpha_2$; vielmehr ist sie stets kleiner als diese Differenz, und zwar um so kleiner, je mehr die Flüssigkeiten mischbar sind. Sind letztere in jedem Verhältnisse mischbar, so daß sich keine Tropfen oder Blasen der einen Flüssigkeit im Innern der andern bilden, so ist $\alpha_{1.2} = 0$.

Thomas Young hat die Capillarconstante der gemeinsamen Oberfläche zweier Flüssigkeiten proportional der Differenz oder dem Quadrate der Differenz ihrer Dichtigkeiten gesetzt; dies ist nicht in Uebereinstimmung mit Quincke's Versuchen, aus denen ein solcher Einfluß der Dichtigkeiten nicht ersichtlich wird.

Nachstehend folgen die Werthe einiger Capillarconstanten:

Substanzen	α_1	α_2	$\alpha_{1.2}$
Quecksilber — unterschwefligs. Natron	55,03	7,903	45,11
Quecksilber — Wasser	55,03	8,253	42,58
Quecksilber — Alkohol	55,03	2,599	40,71
Quecksilber — Chloroform	55,03	3,120	40,71
Quecksilber — Chlorwasserstoffsäure .	55,03	(7,15)	38,41

Quecksilber — Schwefelkohlenstoff	55,03	3,274	37,97
Quecksilber — Olivenöl	55,03	3,760	34,19
Quecksilber — Steinöl	55,03	3,233	28,94
Quecksilber — Terpentinöl	55,03	3,030	25,54
Schwefelkohlenstoff — Wasser	3,274	8,253	4,256
Steinöl — Wasser	3,233	8,253	3,834
Chloroform — Wasser	3,120	8,253	3,010
Olivenöl — Wasser	3,760	8,253	2,096
Terpentinöl — Wasser	3,033	8,253	1,177
Olivenöl — wässriger Alkohol	3,760	(2,907)	0,693
Olivenöl — Alkohol	3,760	2,599	0,226

Die Constanten $\alpha_{1.2}$, welche man früher noch nicht experimentell bestimmt hat, wurden von Quincke durch Messungen an Tropfen, die auf einer Flüssigkeit ruhen, ermittelt. Führt man nämlich durch die Mitte eines solchen Tropfens einen verticalen Schnitt, so giebt die in Millimetern gemessene verticale Entfernung des horizontalen von dem verticalen Elemente der erhaltenen Meridiancurve, wenn man sie quadrirt und dann mit der halben Differenz der specifischen Gewichte multiplicirt, den Werth von $\alpha_{1.2}$.

In analoger Weise sind die Constanten α_1 und α_2 bestimmt worden, indem in der betreffenden Flüssigkeit, die sich in einem allseitig geschlossenen Glaskasten befand, eine Luftblase gebildet wurde, an der dann die Messungen vorgenommen wurden.

Zu denjenigen Flüssigkeiten, die in jedem Verhältnisse mischbar sind und für welche $\alpha_{1.2} = 0$ ist, gehören

Wasser und eine wässrige Lösung von unterschwefligsaurem Natron,
Wasser und Alkohol,
Terpentinöl und Alkohol,
Terpentinöl und Olivenöl,
Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff.

Die Randwinkel der Flächen, unter denen drei Flüssigkeiten in einem Punkte zusammenstoßen, werden durch einen zuerst von **Neumann** ausgesprochenen Satz bestimmt. Construirt man nämlich ein Dreieck, dessen Seiten proportional sind den Capillarconstanten der gemeinschaftlichen Oberflächen der drei Flüssigkeiten, so sind die

Außenwinkel dieses Dreieckes die gesuchten Randwinkel. Daraus folgt dann weiter, daß die Randwinkel längs der krummen Schnittlinie der drei Flüssigkeiten innerhalb jeder einzelnen Flüssigkeit constant sein müssen; die Schnittcurve der drei Oberflächen muß ein Kreis sein.

Aus dem Vorigen ergiebt sich nun auch die Bedingung für die Ausbreitung der Flüssigkeiten auf einander. Da für den Fall der Ausbreitung die drei Capillaritätsconstanten in jedem Punkte der gemeinschaftlichen Schnittlinie in derselben Beziehung zu einander stehen, wie die drei Seiten eines ebenen Dreieckes, so breitet sich die Flüssigkeit 3 auf der Grenzfläche der Flüssigkeiten 1 und 2 aus, sobald

$$\alpha_{1.2} < \pm (\alpha_{1.3} - \alpha_{2.3})$$

ist, wobei als Flüssigkeit 1 diejenige zu wählen ist, welche die größere Oberflächenconstante besitzt.

Nach dem vorstehenden Satze und mit Berücksichtigung der eben gegebenen Werthe von α_1, α_2 und $\alpha_{1.2}$ muß man erwarten, daß Wasser sich auf der freien Oberfläche des Quecksilbers ausbreitet, was, wie schon oben bei Gelegenheit des Referates über die Marangoni'sche Arbeit, scheinbar wenigstens, nicht der Fall ist; denn man kann linsenförmige Wassertropfen auf eine Quecksilberoberfläche legen. Draper und Paalzow haben rücksichtlich dieser Erscheinung schon vor längerer Zeit nachgewiesen, daß solche Tropfen sich zusammenziehen, wenn man einen elektrischen Strom in sie einleitet und durch das Quecksilber austreten läßt, während bei umgekehrter Stromrichtung eine Ausbreitung der Tropfen auf der Quecksilberfläche stattfindet. Nach Quincke vermögen schon ganz schwache Ströme diese Wirkung hervorzubringen. Auch durch einen Zusatz von unterschwefligsaurem Natron zum Wasser läßt sich eine Zusammenziehung der Tropfen bewirken, wie Paalzow gezeigt hat, wogegen durch Chromsäure eine Ausbreitung der Tropfen hervorgerufen wird.

Quincke hat nun gezeigt, daß das Quecksilber durchweg regelrecht sich verhält, d. h. das Wasser sich auf der freien Oberfläche desselben ausbreitet, sobald es in reinem Zustande angewandt wird, namentlich keine

Spuren eines fetten oder ätherischen Oeles enthält. Um das Quecksilber in diesem Zustande zu erhalten, wird es längere Zeit unter Umrühren mit Schwefelsäure, der ein Paar Tropfen Salzsäure zugesetzt sind, digerirt. Alsdann läßt man es wiederholt durch einen an der Außenseite mit Siegellack zusammengeklebten Trichter von reinem Schreibpapier mit nicht zu enger Oeffnung hindurchlaufen und schüttelt es längere Zeit mit destillirtem Wasser, oder besser, man läßt es aus einem Papiertrichter mit sehr enger Oeffnung wiederholt in eine mit heißem destillirtem Wasser gefüllte Porzellanschale laufen. Das Wasser wird dann von dem Quecksilber, wie vorher die Schwefelsäure, mittelst Papiertrichter getrennt, wobei man in die Trichter aus Schreibpapier noch einen Trichter mit größerer Oeffnung aus Fließpapier setzen kann. Um die letzten Spuren Wasser zu entfernen, läßt man schließlich das Quecksilber durch einen Schreibpapiertrichter mit enger Oeffnung in eine erwärmte Porzellanschale und auf dieselbe Weise in eine trockene Glasflasche laufen, in welcher es, nachdem dieselbe verkorkt worden, erkaltet.

Bringt man das auf diese Art gereinigte Quecksilber in ein durch Abwaschen mit Alkohol, Abtrocknen mit einem reinen Tuche und Erwärmen über einer Gasflamme gereinigtes Uhrglas, so breiten sich Wasser und eine wässrige Lösung von unterschwefligsaurem Natron darauf aus.

Sowie man aber die Quecksilberoberfläche mit einem frisch gezogenen Glasfaden von 0,1 Millim. oder noch kleinerem Durchmesser berührt, auf dessen Oberfläche eine Spur Olivenöl oder Terpentinöl vertheilt ist, so zieht sich das Wasser zu einem linsenförmigen Tropfen zusammen, der von der Stelle, wo das Oel aufgebracht wurde, fortgetrieben wird.

Quincke leitet aus diesen und ähnlichen Erscheinungen den Satz ab: *Bleibt ein linsenförmiger Tropfen einer Flüssigkeit 2 auf der freien Oberfläche einer Flüssigkeit 1 liegen, ohne sich auszubreiten, so ist sicher in den meisten, wahrscheinlich aber in allen Fällen die freie Oberfläche von 1 mit einer dünnen Schicht einer fremden Flüssigkeit 3 verunreinigt. Die Wirkung dieser fremden Flüssigkeitsschicht nimmt mit der Dicke derselben zu bis zu einer be-*

stimmten Grenze zu, die gleich dem doppelten Radius der Wirkungssphäre der Capillarkräfte ist.

Wenn man die in jedem Verhältnisse mischbaren Flüssigkeiten so ordnet, daß jede folgende sich auf der freien Oberfläche der vorhergehenden ausbreitet, so muß man dieselbe Reihenfolge erhalten, als wenn man die Flüssigkeiten nach der Größe der Capillar-Constanten geordnet hätte.

Quincke hat sich ferner mit der Ausbreitung einer dünnen Flüssigkeitsschicht 2 auf einen flachen Tropfen einer Flüssigkeit 1 in Luft oder auf einer flachen Luftblase im Innern der Flüssigkeit 1 beschäftigt und dabei gefunden, daß die vertikale Entfernung des horizontalen vom vertikalen Theile der capillaren Oberfläche in diesem Falle abnimmt.

Auch wenn sich eine Flüssigkeit 3 auf der Oberfläche eines flachen Tropfens einer Flüssigkeit 2 in einer Flüssigkeit 1 ausbreitet, nimmt die Höhe des Tropfens ab.

Weiter wendet Quincke seine Aufmerksamkeit dem Aufsteigen zweier verschiedenen Flüssigkeiten in einer und derselben Capillarröhre zu. Aus seinen Untersuchungen geht die Unrichtigkeit des von Poisson ausgesprochenen Satzes hervor, demzufolge das emporgehobene Flüssigkeitsgewicht nur von der unteren Flüssigkeit allein bestimmt werden soll. Vielmehr hängt, wenn sich in einer Capillarröhre zwei Flüssigkeiten über einander befinden, das über das allgemeine Niveau gehobene Flüssigkeitsgewicht sowohl von der Gestalt der freien Oberfläche der oberen Flüssigkeit, als von derjenigen der gemeinschaftlichen Oberfläche beider Flüssigkeiten ab. Wenn man die Werthe der Capillarconstanten für diese beiden Oberflächen und außerdem die Randwinkel an der Röhrenwand kennt, so läßt sich die mittlere Steighöhe der beiden Flüssigkeiten berechnen.

Von besonderer Wichtigkeit für den Verlauf der hier betrachteten Erscheinungen sind, wie schon angedeutet, die in Dampfform in der Atmosphäre verbreiteten Substanzen. Indem sie sich auf der Oberfläche einer Flüssigkeit condensiren, ändern sie die Spannung dort derart, daß ein aufgebrachter Tropfen einer zweiten Flüssigkeit, statt sich dort auszubreiten, in linsenförmiger Gestalt verharrt, wie dies namentlich beim

Quecksilber sehr leicht eintritt. Erzeugt man durch Behauchen einer Quecksilberfläche viele linsenförmige Wassertröpfchen, so zeigen dieselben an verschiedenen Stellen verschiedene Randwinkel, die man leicht erkennt; man sieht dann ein sogenanntes Hauchbild. Auf ähnliche Weise entstehen auch Hauchbilder auf festen Substanzen, auf Glas und Metallplatten. Bei Beobachtungen in Capillarröhren zeigt sich, daß durch solche auf der Oberfläche condensirte Substanzen die Spannung der freien Oberfläche vermindert und daher die Capillarconstante, wenn man sie aus der Steighöhe und ohne Durchmesser der Röhre ableitet, zu klein gefunden wird. Diese Ableitung erfolgt, unter der Voraussetzung, daß die Röhrenwandung von der Flüssigkeit leicht benetzt wird und der Randwinkel der Flüssigkeitsoberfläche = 0 ist, indem man das Product aus Höhe und Halbmesser mit dem halben specifischen Gewichte multiplicirt. Da der Randwinkel in der Regel in Wirklichkeit nicht gleich Null ist, so ergeben sich auch dieses Umstandes halber die Werthe der Capillar-Constanten etwas zu klein. Quincke giebt z. B. folgende aus Steighöhen in Capillarröhren berechnete Werthe an:

	α	
Unterschwefligs. Natron	7,636	Milligr.
Wasser	7,235	=
Schwefelkohlenstoff . .	3,343	=
Olivenöl	3,271	=
Terpentinöl	2,765	=
Chloroform	2,733	=
Steinöl	2,566	=
Alkohol	2,537	=

Noch mag bemerkt werden, daß der Einfluß der auf den Flüssigkeitsoberflächen condensirten fremden Substanzen bei gewöhnlicher Temperatur bedeutender ist, als bei hohen Temperaturen und bei Flüssigkeiten mit großer Capillarconstante bedeutender als bei solchen mit geringerer (Poggend. Ann. CXXXIX, S. 1 u. f.).

Ueber die im Vorstehenden öfters berührte

Spannung der Flüssigkeitsoberfläche

hat auch J. Plateau eine Reihe von Versuchen veröffentlicht.

Allen Flüssigkeiten kommt mehr oder minder die Fähigkeit zu, sich zu dünnen Lamellen auszubreiten. Gewöhnlich schreibt man nun die Leichtigkeit dieser Ausbreitung bei gewissen Flüssigkeiten ihrer „Zähigkeit“ zu. Allein diese Eigenschaft, im üblichen Wortsinne verstanden, spielt in Wahrheit nur eine untergeordnete Rolle; sie ist z. B. bei einer Lösung von 1 Th. Marseiller Seife in 40 Th. Wasser kaum größer als bei reinem Wasser, und doch kann man mit dieser Lösung aus der Mündung einer Thonpfeife Blasen von 26 Centimeter Durchmesser treiben, ja selbst 1 Th. Seife auf 500 Th. Wasser reicht hin, um letzteres zur Bildung von Blasen von 1 Decimeter zu befähigen, wogegen fette Oele, reines oder mit Wasser verdünntes Glycerin, Zucker unter denselben Umständen, Lösungen von arabischem Gummi in verschiedenen Concentrationsgraden, alles Lösungen von mehr Zähigkeit als Seifenwasser, sich vor der Mündung einer Thonpfeife durchaus nicht in Blasen auftreiben lassen.

Von wesentlichem Einflusse ist dagegen die Spannung der flüssigen Oberfläche, eine Eigenschaft, die früher nur hypothetisch angenommen wurde, die aber wirklich in der ganzen Flüssigkeitsoberfläche existirt und überall längs derselben die gleiche, von der Krümmung unabhängige Größe besitzt. Dieselbe ist ferner unabhängig von der Dicke der Lamelle, wenigstens so lange diese Dicke nicht geringer ist, als der doppelte Halbmesser der molekularen Attraction; sie ist abhängig von der Beschaffenheit der Flüssigkeit und variirt bei derselben Flüssigkeit in umgekehrtem Sinne mit der Temperatur. Diese Spannung strebt beständig die Lamellen zu zerreißen. Plateau theilt die Flüssigkeiten im Bezug auf Lamellenbildung in drei Classen.

Erste Classe: Es zeigt sich wenig oder kein Schaum beim Umschütteln, Blasen lassen sich nicht bilden, Lamellen haben nur kurze Dauer, auf den Kuppen zeigen sich keine Farben oder nur langsame Färbung, blos das Roth und Grün der letzten Ordnung darbietend. Zu den zahlreichen Flüssigkeiten dieser Klasse gehören Wasser, Glycerin, Schwefel- und Salpetersäure, Ammoniak, gesättigte Lösungen von Weinsäure, salpetersaurem Kali, kohlensaurem Kali, kohlensaurem Natron und Chlorcalcium.

Zweite Classe: Die Lamellen dieser Flüssigkeiten zeigen

eine rasche und ausgeprägte Färbung, die Farben aller Ordnungen enthaltend. Hierher gehören: fette Oele, Milchsäure, krystallisirbare Essigsäure, Terpentinöl, Alkohol, Benzin, holländische Flüssigkeit, Chloroform, Aether, Schwefelkohlenstoff.

Dritte Classe: Beim Umschütteln bekleiden sich die Flüssigkeiten mit einem voluminösen, lange verweilenden Schaume, sie lassen sich aus der Mündung einer Pfeife leicht zu Blasen auftreiben, ihre Kuppen halten sich viel länger als die der beiden ersten Classen, gewöhnlich mehrere Stunden, selbst mehrere Tage. Anfangs zeigen sie sich farblos, dann färben sie sich langsam, aber in verschiedener Weise. Diese Classe ist wenig zahlreich. Abgesehen von einigen nur in der Hitze flüssigen Körpern, wie Glas, gehören hierher nur die Lösungen der verschiedenen Seifen, des Saponins, Albumins und essigsauren Eisenoxyds.

Zur Erklärung dieser Verschiedenheiten stellt nun Plateau folgenden Satz auf:

Die oberflächliche Schicht der Flüssigkeit besitzt eine eigene Zähigkeit, unabhängig von der Zähigkeit des Innern der Masse; bei gewissen Flüssigkeiten ist diese oberflächliche Zähigkeit stärker, oft viel stärker als die innere, wie beim Wasser und bei der Saponinlösung; bei anderen Flüssigkeiten ist sie dagegen schwächer, oft sehr viel schwächer als die innere Zähigkeit, wie beim Terpentinöl, Alkohol rc.

Das rasche Zerreißen fast aller Kuppen der ersten Classe, bevor man auf ihnen eine Färbung unterscheidet, erklärt sich nun nach Plateau aus der großen Zähigkeit der Oberflächenschicht. Wenn in Folge der Spannung nahe am Scheitel ein molekularer Zwischenraum stark vergrößert wird, so erfolgt das Zerreißen, ehe bei der Schwierigkeit der molekularen Bewegungen eine Ausfüllung möglich ist. Daraus erklärt sich auch die Schwierigkeit der Blasenbildung.

Bei den Lamellen der zweiten Classe dagegen ist die molekulare Beweglichkeit sehr groß, ein Zerreißen tritt selten ein, weil die vergrößerten Zwischenräume rasch wieder ausgefüllt werden.

Bei den Lamellen der dritten Classe endlich ist zwar die

molekulare Beweglichkeit, aber auch die Spannung gering und deshalb tritt das Zerreißen selten ein. Bei gewöhnlicher Temperatur ist z. B. die Spannung einer Wasserlamelle = 14,6 (Milligr. für die Länge eines Millimeters); bei einer Lösung von 1 Th. Marseiller Seife in 40 Th. Wasser dagegen nur 5,64.

Diese von Plateau (Mém. de Bruxelles, T. XXXVII; Poggend. Ann. CXLI) aufgestellte Theorie einer eigenthümlichen Zähigkeit der Oberflächenschicht einer Flüssigkeit ist später von Marangoni (Nuovo Cimento, Ser. 2, T. V—VII) in Zweifel gezogen worden, welcher die von Plateau beobachteten Erscheinungen in anderer Weise zu erklären sucht.

Ueber den Widerstand, den sich bewegende Kugeln in verschiedenen Flüssigkeiten erfahren

verbreitet sich eine als Inauguraldissertation veröffentlichte Arbeit von Zuschlag. Es handelt sich dabei um die Feststellung des Einflusses, welchen bei Bewegung von Kugeln in Flüssigkeiten, die in Glasröhren eingeschlossen sind, die Weite der Röhre, das specifische Gewicht der Flüssigkeit und andere Umstände ausüben. Die beiderseits geschlossenen Röhren wurden aus der horizontalen Lage rasch um einen bestimmten Winkel geneigt, worauf man die Zeit maß, welche eine in der Flüssigkeit befindliche Kugel braucht, um längs der geneigten Röhrenwand herabzurollen. Es kamen zur Anwendung

Chem. reines Wasser,			
Kochsalzlösung,	spec.	Gew.	1,2,
Zuckerlösung,	„	„	1,2,
Alkohol,	„	„	0,8,
Petroleumäther,	„	„	0,69,
Chlorzinklösung,	„	„	bis 1,95,
Chloroform,	„	„	1,5.

Die Kugeln bestanden aus Blei, Zink, Kalk, Elfenbein und hatten entweder 18 oder 12 oder 9,5 Millim. Durchmesser; der lichte Durchmesser der Röhren war entweder 21,5 oder 13,3 Millim., ihre Länge immer 1555,6 Millim. Die Neigung variirte von 5 zu 5° zwischen 0 und 90°.

Bei der theoretischen Betrachtung der Vorgänge, die mit

der Bewegung einer Kugel in einer Flüssigkeit verbunden sind, macht Zuschlag darauf aufmerksam, daß einestheils durch die Nothwendigkeit der Verdrängung der auf der Vorderseite der Kugel gelegenen Flüssigkeit ein Widerstand entsteht, während andererseits durch die Flüssigkeitstheilchen, welche auf der Rückseite der Kugel in den durch das Fortbewegen derselben entstandenen leeren Raum stürzen, ein Stoß ausgeübt wird, welcher die Bewegung beschleunigt. Bei wachsender Geschwindigkeit nimmt dieser Einfluß im umgekehrten Verhältnisse der Geschwindigkeit ab, und es ist eine so rasche Bewegung des Körpers denkbar, daß dieser Stoß den Körper überhaupt nicht mehr trifft.

Da die verdrängte Flüssigkeit durch die Röhrenwandung am Ausweichen verhindert wird, so ist klar, daß der Röhrendurchmesser von wesentlichem Einflusse auf die Bewegung sein wird. Versuche, die mit den kleinsten Kugeln von 9,5 Millim. Durchmesser angestellt wurden, ergaben, daß eine Kugel in einer engeren Röhre 1,5 mal soviel Zeit braucht, um dieselbe zu durchlaufen, als in einer weiteren, deren Durchmesser 1,6 mal so groß als der der ersteren ist, so daß also hier die Zeiten ungefähr den Durchmessern umgekehrt proportional sind. Indessen zeigte sich dieses Gesetz für größere Kugeln, deren Durchmesser nur 1,3 Millim. kleiner war als der der zweiten Röhre, schon nicht mehr gültig.

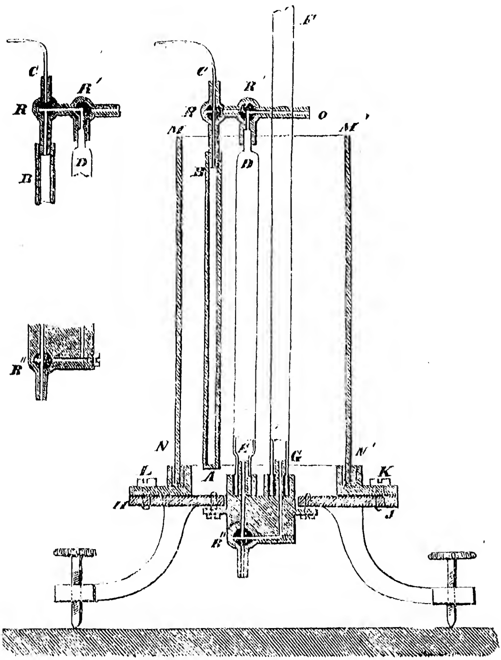
Das specifische Gewicht der Flüssigkeit ist jedenfalls von Einfluß auf den Widerstand; doch zeigen die Versuche mit Chloroform und Zuckerlösung, daß selbst Flüssigkeiten von weit höherem specifischen Gewichte unter Umständen einen geringeren Widerstand leisten können, als solche von geringerem specifischen Gewicht. Dies ist übrigens nicht merkwürdig. Das Wesen der Flüssigkeit besteht überhaupt darin, daß die Theile des flüssigen Körpers, durch Reibung nicht gehindert, sich leicht über einander verschieben, und der Grad dieses leichten Verschiebens kann bei ganz gleich schweren Flüssigkeiten sehr verschieden sein. Flüssiges Wachs, flüssiger Siegellack, geschmolzenes Pech zeigen einen ganz anderen Grad von Fluidität als Wasser, Aether, Alkohol.

Aërostatik und Aërodynamik.

Ein neues Manometer von Regnault

giebt die höchsten Drücke mit großer Genauigkeit und constanter Empfindlichkeit an und gestattet, so oft man will die Genauigkeit zu verificiren: dabei ist es leicht aufstellbar und nicht kostspielig.

Fig. 13.



Dieser Apparat besteht aus einem Messingrohre AB (F. 13) von 5 Millim. innerer Weite mit dicken Wänden, um ohne Volumenänderung starken Drücken widerstehen zu können. Oben

daran befindet sich der Dreiweghahn R mit dem Tubulus C, der die Verbindung mit dem Reservoir vermittelt, welches das zu untersuchende Gas enthält. Durch einen seitlichen Tubulus steht R mit einem zweiten Hahne R′ in Verbindung, der seinerseits durch einen zweiten Tubulus mit der weiten Röhre DE eines in der Figur angedeuteten Manometers DEFG verbunden wird. Der Durchmesser beträgt bei DE 20 Millim., bei FG 13—15 Millim. Beide Röhren sind so genau als möglich cylindrisch und gerade, mit Millimeterskalen versehen und in die gußeisernen Tubuli des Hahnes R″, der die Verbindung zwischen ihnen herstellt, eingekittet.

Das Ganze steht auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifuße, welcher zunächst die gußeiserne Platte HJ trägt, an welcher mit Schrauben und Mennigkitt das Stück mit dem Hahne R″ befestigt ist. In gleicher Weise wird darauf eine ringförmige gußeiserne Scheibe KL befestigt, die einen kreisförmigen, 2—3 Centimeter breiten und 2 Centimeter tiefen Canal besitzt. Diesen Canal füllt man mit geschmolzenem Harzkitt und setzt dann einen Glascylinder MNM′N′ ein. Doch darf die Platte KL mit dem Cylinder erst dann auf der Platte HJ befestigt werden, wenn der eigentliche manometrische Apparat gehörig ajustirt ist. Die Glasröhren des letzteren müssen genau vertikal stehen, was man beim Einsetzen der Röhren, solange der Kitt noch weich ist, leicht erreichen kann; später ist nur noch eine Rectificirung mittels der Schrauben des Dreifußes möglich.

Noch mag bemerkt werden, daß in Wirklichkeit das Rohr AB *hinter* dem Manometer steht, während es größerer Deutlichkeit halber in der Figur in die Ebene der beiden Manometerröhren gezeichnet worden ist. Ebenso stehen auch die mit Hähnen versehenen Metallstücke in einer Richtung, die senkrecht ist zu der in der Figur angegebenen.

Die Handhabung des Apparates ist nun folgende.

Der das Manometer umgebende Cylinder wird mit Wasser von der Temperatur t der Umgebung gefüllt, dessen Wärme ein Thermometer anzeigt. Die Hähne R und R′ stehen wie es die Hauptfigur angiebt. Die Röhre FG wird mit Quecksilber gefüllt, bis dasselbe aus dem Tubulus O ausfließt. Bei der in der Figur angegebenen Stellung von R und R′ enthält jetzt

die Röhre AB trockene Luft von der Temperatur t und demselben Drucke, der in den Luftreservoir herrscht. Man dreht alsdann den Hahn R so, wie es die obere Nebenfigur angiebt, und sperrt dadurch das Rohr AB vom Reservoir ab; dann dreht man allmälig R′ in die gleichfalls in der Nebenfigur angegebene Lage, so daß die Luft nach DE hinüber kann. Indem man gleichzeitig R″ öffnet, wie die untere Nebenfigur zeigt, und dadurch dem Quecksilber Gelegenheit zum Abfließen giebt, kann man es dahin bringen, daß in dem Manometerrohre FG das Quecksilber nur wenig höher steht als in DE.

Es sei nun

H die Höhe des auf 0° reducirten Barometers,
h die gleichfalls auf 0° reducirte Niveaudifferenz beider Manometersäulen,
V das Volumen der Röhre AB,
W das Volumen, welches die Luft in DE am Ende des Versuches einnimmt; dann ist die unbekannte Spannkraft der Luft in dem Reservoir

$$x = \frac{V + W}{V} (H + h).$$

Um diese Rechnung ausführen zu können, muß man natürlich das Volumen V der Röhre AB, sowie auch die Volumina, welche den einzelnen Theilstückchen der Skala von DE entsprechen, sehr genau kennen. Diese Bestimmung geschieht ein für alle Mal, indem man das Gewicht des Quecksilbers bestimmt, welches AB und einzelne Strecken von DE füllt. Rücksichtlich des Details dieser Arbeit kann auf die Darstellung Regnault's selbst verwiesen werden (Mém. de l'Acad. des Sciences à Paris. Tome XXXI, p. 580; Carl's Repert. der Experimental-Physik, Bd. VII, S. 193, Poggend. Ann. CXLIII, S. 397).

Füllung von Barometerröhren.

Eine zweckmäßige Methode zur Füllung von Barometerröhren ohne Auskochen und ohne Gefahr des Zerspringens derselben, die sich in der Hauptsache auf ein im Jahre 1857 von Taupenot veröffentlichtes Prinzip

stützt, hat H. Wild, der Director des russischen Centralobservatoriums für Meteorologie, neuerdings mitgetheilt. Es bedarf für diese Art der Füllung keiner besondern Ansätze &c. an den Barometer-Röhren, sondern dieselben können ganz in der Gestalt verwendet werden, in der sie schließlich bleiben sollen; dazu kommt, daß die Methode, welche schon seit einem Jahrzehnt vielfach erprobt worden, sich durch Sicherheit und Einfachheit auszeichnet, so daß sie auch auf Reisen leicht ausgeführt werden kann.

An einer kugelförmigen, doppelt tubulirten Vorlage wird einerseits das zu füllende Barometerrohr, andererseits eine Trockenröhre, die wieder mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, angebracht. Die Verbindung erfolgt durch Kautschukröhren, am besten unvulkanisirte, um Verunreinigung des Quecksilbers durch Schwefelstaub zu verhüten; wenigstens muß das Verbindungsrohr zwischen Vorlage und Barometerröhre aus unvulkanisirtem Kautschuk bestehen. Um bei den andern, nach der Trockenröhre und Luftpumpe führenden Röhren das Zusammendrücken durch die äußere atmosphärische Luft zu verhüten, bringt man Drahtspiralen in dieselben ein. Die Trockenröhre ist mit haselnußgroßen Stücken Chlorcalcium gefüllt; Baumwollbäuschchen am Anfange und Ende derselben verhindern das Mitfortreißen von Staub beim Durchgange der Luft.

Man pumpt nun zunächst Barometerrohr, Vorlage und Trockenröhre luftleer, läßt dann von der Luftpumpe aus, also durch die Trockenröhre hindurch, wieder Luft eintreten, pumpt wieder aus und wiederholt diese Operation mehrmals. In die nunmehr gehörig ausgetrocknete Vorlage bringt man jetzt die zur Füllung des Barometerrohres nöthige Menge Quecksilber, verschließt sie wieder und wiederholt mehrmals die Operation des Auspumpens und Lufteinlassens durch die Trockenröhre; zuletzt pumpt man die Luft aus. Hierauf bringt man die Vorlage auf ein Drahtnetz, bis das Quecksilber ins Sieden geräth, was nach Taupenot schon bei 300° C. und ohne Stoßen erfolgt. Nachdem dann mittels einer Lampe das Barometerrohr ein Wenig erwärmt worden, läßt man das heiße Quecksilber durch Neigen der Vorlage in das Rohr fließen, wobei man darauf achten soll, daß die Barometerröhre nur schwach geneigt sei und das Fließen nur langsam erfolge, damit sich nicht Blasen verdünnter

Luft an den Wandungen der Röhre fangen. Sollte letzteres aber dennoch geschehen, so kann man die betreffende Blase leicht entfernen, indem man das Quecksilber bis an die Stelle hin, wo sie sich befindet, wieder in die Vorlage zurückfließen läßt und dann die Röhre langsam wieder aufrichtet. In dieser Weise wird die Röhre bis über ihr Ende hinaus mit Quecksilber gefüllt und alsdann mit der Kautschukröhre von der an der Vorlage befindlichen Ansatzröhre abgezogen. Man läßt auch in dem Kautschukstück Quecksilber, damit die Barometerröhre auch noch nach dem Erkalten gefüllt bleibt, und entfernt jenes mit dem überflüssigen Quecksilber erst, wenn man die Röhre in ihr Gefäß einsetzt oder bei einem Heberbarometer, wenn die Röhre bereits aufgerichtet ist.

Mittlere Wege verschiedener Gasmoleküle.

Bekanntlich erklärt man den gasförmigen Zustand durch die Annahme, daß die einzelnen Moleküle in fortwährender Bewegung seien und in ihren Bewegungen gegen einander stoßen. Die Wege, welche dabei die Moleküle von einem Zusammenstoße bis zum nächsten zurücklegen, sind von verschiedenen Forschern und nach verschiedenen Methoden theoretisch bestimmt worden. Eine neuere Bestimmung von Stefan in Wien mag hier erwähnt werden. Derselbe machte in der Sitzung der Wiener Akademie am 20. Dec. vor. J. die Mittheilung, daß er die früher von ihm entwickelte Theorie der Bewegung von Gasgemengen dadurch vervollständigt habe, daß er aus den Grundsätzen der dynamischen Theorie des gasförmigen Zustandes den Widerstand berechnete, welchen ein Gas bei seiner Bewegung durch ein zweites von diesem erfährt. Mit Benutzung des für diesen Widerstand gefundenen Ausdruckes und der Resultate, welche Loschmidt bei seinen Versuchen über die Diffusion von Gasen gewonnen hat, lassen sich dann die mittleren Wege berechnen, welche die einzelnen Moleküle von einem Zusammenstoße bis zum andern machen. Dieselben sind bei

Wasserstoff . .	0,000222	Millimeter
Sauerstoff . .	0,000114	„
atm. Luft . . .	0,000108	„

Kohlenoxydgas . . .	0,000096	Millimeter
Sumpfgas	0,000090	"
Kohlensäure	0,000074	"
Stickoxydulgas . . .	0,000074	"
schweflige Säure . .	0,000064	"

Auch aus Versuchen, die Graham über die Bewegung von Gasen in Capillarröhren angestellt hat, ergeben sich Resultate, die mit den vorstehenden gut stimmen, und die von Maxwell und O. E. Meyer (in Breslau) aus Schwingungsversuchen abgeleiteten mittleren Werthe für die Wege der Luftmoleküle liegen zwischen 90 und 130 Milliontel Millimeter.

Akustik.

Die musikalischen Intervalle.

Schon im 6. Jahrg. dieses Jahrbuches ist die Theorie von A. Cornu und E. Mercadier erwähnt worden, nach welcher es zwei Arten von musikalischen Intervallen giebt, nämlich für gleichzeitige Töne oder für die Harmonie die auf das Gesetz der einfachen Zahlen gegründete Skala

C	D	E	F	G	H	A	c
1	$^9/_8$	$^5/_4$	$^4/_3$	$^3/_2$	$^5/_3$	$^{15}/_8$	2

und für eine Folge von Tönen oder für die Melodie die aus einer Folge reiner Quinten (2 : 3) gewonnene Pythagoreische Skala

C	D	E	F	G	A	H	c
1	$^9/_8$	$^{81}/_{64}$	$^4/_3$	$^3/_2$	$^{27}/_{16}$	$^{243}/_{128}$	2.

Früher war diese Theorie nur für die große und kleine Terz experimentell verificirt worden, indem die durch die menschliche Stimme oder ein Instrument erregten Schwingungen mittels eines parabolischen Reflectors auf eine Membran übertragen und dann autographirt wurden (s. S. 78 des Jahrg. VI).

Später haben die beiden genannten Gelehrten ihre Untersuchungen in erweiterter Form fortgesetzt. Zunächst ersetzten sie den früher benutzten Phonautographen durch einen vollkom-

meneren. Eine dünne, 7—8 Centim. lange und 2—3 Centim. breite Messingplatte wurde zwischen Steg und Resonanzboden des zum Spiel verwendeten Streichinstrumentes geklemmt. Von dieser Platte aus ging ein 7—8 Meter langer Stahl- oder Kupferdraht, der die Schwingungen auf einen Federbart übertrug, welcher sie auf den berußten Cylinder eines mit Stimmgabel zur Zeitmessung versehenen Phonautographen aufzeichnete. Durch diese Anordnung wurde das Spiel des Instrumentes nicht erschwert und sein Klang nicht wesentlich verändert.

Außerdem aber wurden bei diesen neueren Versuchen nicht bloß einzelne Intervalle, sondern größere Tonreihen producirt. Zwei Violinisten und ein Violoncellist spielten auf- und absteigende Skalen, sowie Bruchstücke des Hirtenchores (Au sein de l'onde qu' rayonne etc) aus dem zweiten Acte von Rossini's „Tell", der Arie Mes yeux n'ont plus qui à pleurer etc aus dem dritten Acte von Meyerbeers „Propheten" und der Arie Oh Dieu de nos pères, parmi nous descends! aus dem zweiten Acte von Halévy's „Jüdin."

Dabei fanden sich nun als Resultat von 25 Versuchen folgende Schwingungsverhältnisse

C	D	E	F	G	A	H	c
1	1,124	1,264	1,335	1,503	—	1,902	2,002,

Um aber dem Einwande zu begegnen, daß vielleicht nur Musiker von geringerer Uebung die Intervalle in dieser Weise angeben, veranlaßte der belgische Musiker Ch. Meerens, der diese Versuche mit Cornu und Mercadier wiederholte, zwei berühmte Künstler, den Violinisten Léonard und den Violoncellisten Seligmann zur Mitwirkung. Beide spielten den Chor aus „Tell", die Arie aus der „Jüdin" und die ersten Tacte des Andante ans Beethovens C Moll-Symphonie. Das Resultat von 15 Aufzeichnungen waren folgende Zahlen:

C	D	E	F	G	A	H
1	1,127	1,265	1,329	1,500	1,686	1,917

Vergleicht man damit die Pythagoreische Skala

C	D	E	F	G	A	H
1	1,125	1,266	1,333	1,500	1,687	1,898

und die gewöhnliche

C	D	E	F	G	A	H
1	1,125	1,250	1,333	1,500	1,666	1,875

so erkennt man leicht, daß es die Pythagoreische Skala ist, deren sich die Geigenspieler, wenigstens wenn sie eine Melodie ohne Modulationen spielen, bedienen.

Einfluß der Bewegung auf die Wellenlänge.

Alfred M. Mayer vom Stevens-Institut für Technologie zu Hoboken, New-Jersey, hat Versuche zum Erweise des Satzes veröffentlicht, daß die Wellenlänge eines sich fortbewegenden schwingenden Körpers verschieden ist von derjenigen, welche derselbe fibrirende Körper ohne Ortsveränderung hervorbringt.

Der Apparat, dessen er sich bedient hat, besteht aus vier mit Resonanzkästchen versehenen Stimmgabeln, die den Ton $c^1 = 256$ ganze Schwingungen in der Sekunde angeben; die Gabeln Nr. 1 und 2 waren vollständig in Einklang gestimmt.

Nr. 1 wurde vor eine Laterna magica gestellt, so daß eine kleine an einem Faden aufgehängte, vollkommen glatte und gefirnißte Korkkugel von 6 Millim. Durchmesser eine Zinke kaum berührte. Die Laterna magica warf das Bild dieser Stimmgabel und des Kügelchens auf einen Schirm.

Durch Ankleben von Wachs wurde Nr. 3 um zwei Schwingungen in der Sekunde tiefer als Nr. 1 und 2 gestimmt, während man No. 4 durch Abfeilen der Zinken um ebensoviel höher stimmte. Jede der Stimmgabeln No. 3 und 4 gab also mit einer der beiden Gabeln No. 1 oder 2 zwei Stöße in der Sekunde.

Die Versuche, bei denen die Gabel No. 1 mit dem sie leise berührenden Korkkügelchen vor der Laterne magica stand, sind folgende.

Erster Versuch. Gabel No. 2, festgeschraubt auf ihrem Kästchen, wurde 30—60 Fuß von No. 1 entfernt in der Hand gehalten und zum Tönen gebracht. Die Kugel wurde von No. 1 abgestoßen.

Zweiter Versuch. Der Experimentator stand 30 Fuß von No. 1 entfernt, die Gabel No. 2 in der einen und ihr

Resonanzkästchen in der andern Hand. Dann ging er schnell auf No. 1 zu und setzte, sobald er in gleichförmiger Bewegung war, die Gabel auf das Resonanzkästchen auf, nahm sie aber, bevor er still stand, wieder weg. Obwohl er zuletzt nur einen Fuß von No. 1 entfernt war, blieb doch das Korkkügelchen völlig in Ruhe.

Dritter Versuch. Derselbe stimmte mit dem vorigen überein, aber der Experimentator hob die Gabel No. 2 nicht vor Beendigung des Versuches von ihrem Kästchen ab. Der Erfolg war der, daß in dem Augenblicke, wo der Experimentator still stand, die vorher ruhige Kugel von No. 1 abgestoßen wurde, und ein Gehilfe, der sein Ohr an das Resonanzkästchen von No. 1 hielt, hörte diese Gabel in demselben Momente erklingen.

Der vierte und fünfte Versuch glichen den beiden vorigen, nur ging der Experimentator nicht auf die Gabel No. 1 zu, sondern entfernte sich von ihr.

Sechster Versuch. Die Gabel No. 3 (254 Schwingungen), wie im ersten Versuche No. 2 angeschlagen, blieb ohne Wirkung auf No. 1. Nun schraubte der Experimentator die Gabel vom Kästchen ab, stellte sich etwa 30 Fuß entfernt von No. 1 auf, schwang das Kästchen mit dem Arm gegen No. 1 und setzte während das Kästchen sich No. 1 näherte die Gabel darauf. Sobald eine gewisse Geschwindigkeit — 8 bis 9 Fuß in der Sekunde — erreicht war, wurde die Korkkugel plötzlich abgestoßen. War aber die Geschwindigkeit merklich größer oder kleiner, so trat keine Wirkung ein.

Der siebente Versuch glich dem sechsten, nur wurde Gabel No. 4 statt No. 3 verwendet und dann auf das schwingende Kästchen gesetzt, wenn dieses sich von No. 1 entfernte.

Außer diesen Versuchen wurden noch die folgenden zwei angestellt.

Achter Versuch. No. 3 wurde mit dem Korkkügelchen vor der Laterne magica aufgestellt, No. 1 geschwungen wie im siebenten Versuche No. 4; die Kugel wurde abgestoßen.

Neunter Versuch. No. 4 wurde vor der Laterne aufgestellt und No. 1 geschwungen wie im sechsten Versuche No. 3; die Wirkung war dieselbe.

Um die Gabeln No. 1 und 2 genau in Einklang zu

stimmen, kann man nach Mayer eine jede mit etwas Wachs bekleben, bis sie mit einer dritten Gabel genau gleichviel Stöße in der Sekunde machen.

Statt der Korkkugel hat O. N. Rood vom Columbia College in Newyork einen kleinen flachen Spiegel in Anwendung gebracht. Derselbe wird zwischen zwei Seidenfasern so aufgehängt, daß er mit der Kante einen Schenkel der Gabel berührt. Ein auf den Schirm geworfener Lichtstrahl zeigt die Vibration der Gabel an, ohne daß es der Laterna magica bedarf.

Bei diesen ganz hübschen Versuchen ist indessen nur die äüßere Anordnung neu. Daß zwei Stimmgabeln von ungefähr gleicher Tonhöhe das einfachste Mittel abgeben zur Demonstration des zuerst von Doppler hervorgehobenen Einflusses der Bewegung der Tonquelle auf die scheinbare Höhe des Tones, ist schon lange bekannt nnd schon in dem Kataloge akustischer Apparate von R. König vom J. 1865 findet sich dasselbe angegeben. Nur zählt König die Stöße, die bei der Bewegung der einen Gabel entstehen oder verschwinden. R. Radau in Paris, der auf Anlaß der Mayer'schen Mittheilung hierauf aufmerksam macht, giebt noch folgendes an.

Das Princip läßt sich kurz in die Worte fassen: Wenn die Tonquelle sich nähert oder entfernt, so ändert sich die Tonhöhe in dem Verhältnisse wie die Schallgeschwindigkeit durch Addition oder Subtraction der Bewegungsgeschwindigkeit geändert wird. Eine Geschwindigkeit von etwa 4 Meter in der Sekunde giebt also eine Aenderung der Tonhöhe um ungefähr ein Komma, 18 Meter geben einen Halbton 2c. Kleinere Aenderungen können durch die Schwebungen zweier Gabeln erkannt werden.

Zwei feststehende Gabeln von 508 und 512 Oscillationen geben 4 Stöße in der Sekunde. Nähert man aber die tiefere Gabel dem Ohre mit einer Geschwindigteit von 65 Centim., was ihre Wellenlänge ist, so erscheint sie um eine Schwingung höher, es geht also ein Stoß verloren, und man hört bloß 3 in der Sekunde. Entfernt man dieselbe Gabel ebenso schnell vom Ohre, so zählt man jetzt 5 Stöße statt 4. Bewegt man das Ohr zwischen den beiden still stehenden Gabeln, so wird der Effekt verdoppelt, man gewinnt oder verliert je nach der Bewegungsrichtung, zwei Stöße in der Sekunde. Sind die

Gabeln unisono gestimmt, so hört man nur die Stöße, welche durch die Bewegung erzeugt werden.

Stellt man die Gabeln auf Resonanzkästchen, so kann man die Aenderung der Tonhöhe durch Influenzerscheinungen beobachten, wie dies bei den Mayer'schen Experimenten erfolgt. Das bloße Zählen der Stöße ist jedenfalls einfacher, die Mayer'sche oder Rood'sche Methode, das Mitschwingen der feststehenden Gabel sichtbar zu machen, ist aber deutlicher und für eine größere Anzahl Personen zu gleicher Zeit sichtbar.

Auch mit bloß einer Stimmgabel lassen sich die Versuche anstellen. Man stellt sich in geringer Entfernung von einer Wand auf und führt die Stimmgabel zwischen der Wand und dem Ohre hin und her, dann hört man Schwebungen in Folge der Reflexion; und wenn man das Ohr zwischen der Gabel und der Wand bewegt, so hört man bei einer Geschwindigkeit von 65 Centimetern zwei Stöße auf 512 Schwingungen in der Sekunde.

Einfluß des Luftwiderstandes auf die Schwingungen tönender Körper.

J. Bourget hat schon früher darauf hingewiesen, daß zwar die Töne schwingender Saiten, nicht aber diejenigen schwingender Membranen sich mittels der Theorie genau ermitteln lassen. Den Grund dieser Abweichungen zwischen Theorie und Beobachtung sucht er darin, daß man bei den theoretischen Betrachtungen den Widerstand der Luft außer Acht gelassen hat; daß dieser aber keineswegs unbeträchtlich ist, geht schon aus dem raschen Aufhören der Schwingungen hervor.

Bourget hat nun den Einfluß dieses Widerstandes analytisch untersucht, unter der Annahme, daß derselbe direct proportional der Geschwindigkeit ist. Dies ist, seiner Angabe nach, im Einklange mit den Resultaten, welche Moutier neuerdings bei seinen Arbeiten über die Wärmetheorie erlangt hat. Das Ergebniß seiner Analyse drückt Bourget (Comptes rendus, 1871 Mai 8) in dem Satze aus:

Wenn eine Membran in einem widerstehenden Mittel schwingt, so werden die Quadrate der für den leeren Raum berechneten Schwingungszahlen um eine bestimmte Größe vermindert, welche für jeden der Töne, die die Membran giebt, constant

ist; die Form der Knotenlinie aber wird durch das widerstehende Mittel nicht geändert.

Versuche, welche Bourget früher in Verbindung mit Felix Bernard angestellt hat, sind im Einklang mit diesem Ergebnisse und es ist daher sehr wahrscheinlich der Luftwiderstand die Ursache jener Abweichungen.

Das ausgesprochene Gesetz gilt übrigens auch für andere tönende Körper. Namentlich hat Bourget später (Comptes rendus, 1871 Nov. 20) die Geschwindigkeit des Schalles in tönenden Röhren behandelt und ist dabei auf folgende fünf Sätze geführt worden:

Die Quadrate der Schwingungszahlen der verschiedenen Töne einer und derselben Röhre werden um eine constante Größe vermindert.

Die aus dem Grundtone der Röhre berechnete Schallgeschwindigkeit ist stets geringer als die Schallgeschwindigkeit in freier Luft.

Die aus einem Obertone berechnete Schallgeschwindigkeit nähert sich der wahren im freien Raume um so mehr, je höher der Oberton ist.

Der Ueberschuß des Verhältnisses der Quadrate der wirklichen und der berechneten Geschwindigkeiten eines bestimmten Tones ist für eine und dieselbe Röhre umgekehrt proportional dem Quadrate der Schwingungszahl dieses Tones.

Wenn man nach dem Bernoulli'schen Gesetze aus einem Obertone den Grundton berechnet, so erhält man denselben um so höher, je höher der Oberton liegt, ein Satz, den schon früher Wertheim angegeben hat.

Bourget's Theorie ist auch neuerdings durch Versuche über die Schwingungen von Saiten und Stäben in Flüssigkeiten, welche E. Gripon angestellt hat, bestätigt worden (Comptes rendus, 1872, Août 12).

Eine neue Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles in der Luft

ist am Cap der Guten Hoffnung von Stone ausgeführt worden. Vom Observatorium der Capstadt aus geht ein

Leitungsdraht nach dem Castel, und hier wird durch einen von dem ersteren ausgehenden elektrischen Strom jeden Mittag um 1 Uhr ein Geschütz abgefeuert. Stone stellte nun einen Beobachter in 641 engl. Fuß Entfernung von der Kanone auf; diese Entfernung war nöthig, um in der Zeit zwischen dem Abfeuern des Geschützes und der Wahrnehmung des Schalles die telegraphische Verbindung zwischen dem Beobachter und dem Observatorium herstellen zu können. Ein zweiter Beobachter befand sich auf dem Observatorium, 15449 Fuß vom Geschütz entfernt. Als Mittel aus 88 Bestimmungen ergab sich nach Berücksichtigung des Einflusses des Windes und der persönlichen Fehler der Beobachter die Geschwindigkeit des Schalles in ruhiger Luft bei 0^0 gleich

1090,6 Fuß engl. = 332,306 Meter.

(Vergl. Jahrg. V des Jahrb. S. 76). Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft schien keinen merklichen Einfluß zu üben.

Singende Flammen.

Eine neue Form der sensibeln Flammen hat Barry angegeben. Ueber einen Ring, welcher etwa 4 Zoll oberhalb eines Specksteinbrenners angebracht ist, wird ein Stück Drahtgaze gelegt und das Gas oberhalb dieser Gaze entzündet. Es entsteht eine ungefähr vier Zoll hohe, höchst empfindliche Flamme, welche man nach Geyer verschieden benutzen kann. Je nach der specielleren Anordnung erhält man nämlich entweder eine Flamme, die empfindlich ist, oder eine fortwährend singende, oder eine, die nur, wenn sie gestört wird, singt, oder eine, welche beständig singt, aber aufhört, wenn sie gestört wird.

Wenn man zunächst Barry's Flamme mit einer mäßig weiten Röhre bedeckt, die lose auf der Gaze ruht, so erhält man eine leuchtende Flamme von 6—8 Zoll Länge, die sehr empfindlich ist, namentlich für hohe und scharfe Geräusche.

Hebt man dann die Gaze mit der Röhre, so verkürzt sich die Flamme, während sie gleichzeitig an Helligkeit verliert, mehr und mehr, bis sie zuletzt sehr unruhig wird und mit einem lauten, gleichmäßigen Tone singt, den man beliebig lange unterhalten kann. Fremde Geräusche haben dann keinen Einfluß auf die Flamme.

Geht man aber mit der Gaze herab, bis das Singen eben aufhört, so erhält man eine Flamme, welche durch jedes scharfe Geräusch zum Singen gebracht wird, das genau so lange anhält, als dieses Geräusch.

Wird die singende Flamme etwas bei Seite gerückt, so daß sie eben die Röhrenwand berührt, so entsteht ein etwas tieferer Ton als der Grundton der Röhre, und dieser Ton wird durch fremde Geräusche zum Schweigen gebracht, fährt aber wieder fort, wenn jene aufhören.

Ein Beispiel für das laute Mittönen freier Flammen bietet der folgende von Planeth angegebene Versuch. Wenn man die Zinken einer Stimmgabel mittels eines Geigengenbogens oder durch Anschlagen in Schwingungen versetzt und sie dann dem Lichtkegel einer brennenden Kerze, einer Gasflamme oder einer andern Flamme nähert, so hört man plötzlich ein lautes Tönen, während vorher der Ton der schwingenden Gabel kaum merkbar war. Bei Benutzung einer recht energischen Gasflamme wird der Ton mindestens so intensiv, als wenn man die Gabel auf den Resonanzboden eines Saiteninstrumentes setzt. Erklärlicherweise wird der Ton am intensivsten, wenn man die Flamme zwischen die Zinken bringt. Dreht man die Gabel, während man sie in die Nähe der Flamme hält, um ihre Längsachse, so tritt an vier Stellen während einer Umdrehung ein Verschwinden, beziehentlich eine bedeutende Schwächung des Tones ein, jedenfalls veranlaßt durch Interferenz der von den beiden Zinken erregten Schallwellen.

Ohne Zweifel erklären sich diese Erscheinungen durch die Resonanz der Flamme und sind nahe verwandt den singenden Flammen. Die durch den Verbrennungsprozeß erregte Vibration der Luft accomodirt sich den Schwingungen, welche von den oscillirenden Zinken der Stimmgabel erregt worden, während sie sich bei den singenden Flammen den Schwingungen der in der Röhre eingeschlossenen Luftsäule accomodirt und kräftig mittönt. Ein Unterschied liegt aber darin, daß bei der singenden Flamme die letztere die bewegende Kraft für die Schallwellen liefert, und die Röhre mehr den resonirenden Theil ausmacht, während in dem Planeth'schen Experimente die Gabel den Ton liefert und der Flamme die Aufgabe der Resonanz zufällt.

Auf einen Strahl unentzündeten Gases, der aus einem Brenner strömt, wirkt die Gabel nicht in der Weise, daß sie ihn zum Mittönen bringt.

Der Kukuksruf.

Es ist schon lange bekannt, daß die Melodie des Kukuksrufes bald in einer großen, bald in einer kleinen Terz besteht, und Beethoven hat denselben durch die Töne $d^2 b^1$ nachgeahmt, während manche Volkslieder dazu die Töne $c^2 a^1$ benutzen. Neuerdings hat nun Oppel mehr als anderthalbhundert Kukuksrufe genauer beobachtet, die Höhe ihrer Töne bestimmt und ist dabei zu folgenden Ergebnissen gelangt.

Was den Rhythmus anlangt, so sind die beiden Töne fast genau gleich lang und von den zwei zunächst folgenden durch eine Pause von ungefähr gleicher Länge getrennt.

Das Intervall, sowie die absolute Tonhöhe schwankt von einem Individuum zum anderen, doch innerhalb nicht zu weiter Grenzen. Das größte beobachtete Intervall war die verminderte Quinte $ges^2 c^2$, das kleinste eine etwas zu knappe große Sekunde $d^2 c^2$; doch kamen beide nur vereinzelt vor. Die reine Quart war nicht selten, am häufigsten aber die Terz, und zwar bald die reine große, bald die reine kleine, noch weit häufiger aber eine unreine.

Rücksichtlich der absoluten Tonhöhe, die mit Hilfe der Stimmgabel ermittelt wurde, macht Oppel die Bemerkung, daß der höhere der beiden Töne nie über ges^2 oder g^2, der tiefere nie unter h^1 liegt und daß beide Grenzen nur selten erreicht werden. Am häufigsten fand er unter den großen Terzen $e^2 c^2$, dann $f^2 des^2$ und hierauf $fis^2 d^2$; unter den kleinen überwog bei Weitem $e^2 cis^2$.

Auch

der Ton des Ohrenklingens

ist seit mehreren Jahren von Oppel sorgfältig beobachtet worden. Diese Erscheinung tritt meist ganz plötzlich mit ziemlicher Stärke und in bestimmter Höhe ein, dann wird der Ton etwas schwächer und verklingt endlich ganz ohne merkliche Aenderung der Tonhöhe. Die Intensität ist manchmal erschreckend

stark, oft nur gering, manchmal ist der Ton kaum wahrnehmbar; die Dauer übersteigt selten 10 bis 20 Sekunden. Die Höhe ist wohl nicht für jedes Ohr eine bestimmte, sondern wechselt, wie sich aus 27 Versuchen ergiebt, innerhalb des bedeutenden Spielraumes von d^1 bis b^3.

Optik.

Ehe wir über neue Forschungen auf diesem Gebiete der Physik berichten, wollen wir erst einige hierher gehörige neuere Apparate kurz beschreiben.

Apparat zur Demonstration der Brechung, Reflexion ꝛc. mit Hilfe fluorescirender Flüssigkeiten von E. Mach.

Auf einem gußeisernen Stativ ist ein flach cylindrisches Glasgefäß mit horizontaler Axe angebracht, dessen eine Endfläche eine eiserne Bodenplatte trägt, während die andere Seite durch eine abschraubbare Glastafel geschlossen wird, durch die man in das Innere sehen kann. Die eiserne Bodenplatte trägt eine horizontale Achse mit einem drehbaren Metallstück, an welchem zwei verstellbare Spiegel angebracht sind, der eine vor dem Apparate, der andere an der Cylinderfläche. Durch richtige Stellung beider Spiegel kann man bewirken, daß ein von einem Heliostaten gelieferter Lichtstrahl vom ersten Spiegel auf den zweiten und von diesem unter einem beliebigen Winkel in das Innere, und zwar gerade nach der Achse des Cylinders geworfen wird.

Der Cylinder selbst wird zur Hälfte mit Petroleum gefüllt, worauf man mittels eines Einblaserohres den oberen Raum mit Tabaksrauch füllt. Durch die Glasplatte auf der Rückseite kann man dann sehr deutlich den Weg des eintretenden und des von der Petroleumfläche reflectirten Lichtbündels beobachten, während man in dem fluorescirenden Petroleum den Weg des gebrochenen Bündels verfolgen kann.

Besonders hübsch stellt sich die totale Reflexion dar. Man sieht hierbei den gebrochenen Strahl zunächst eine starke Dis=

persion erleiden, dann in die Trennungsfläche der beiden Medien schlüpfen und den reflectirten Strahl plötzlich an Intensität zunehmen.

Um die Wirkung planparalleler Platten zu zeigen, kann man etwa die Hälfte des Gefäßes mit einer fluorescirenden wässrigen Lösung füllen und darüber eine Schicht Petroleum gießen.

Solche Apparate liefert der Mechanicus Dr. Neumann in Prag.

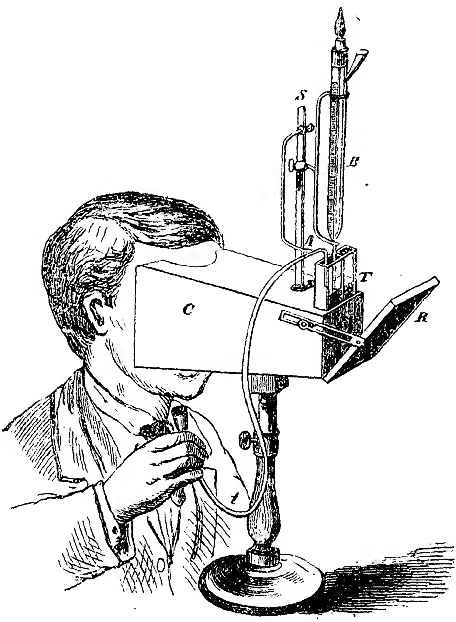
Das Colorimeter von Salleron.

Hutton Labillardière hat schon vor längerer Zeit ein Colorimeter angegeben, welches auf dem Principe beruht, daß zwei Lösungen eines Stoffes in gleichen Quantitäten Wassers, die in zwei gleich weiten Röhren mit einander verglichen werden, ganz die gleiche Nüance zeigen, daß aber Lösungen von ungleichen Quantitäten des zu untersuchenden Stoffes Nüancen zeigen, deren Intensität diesen Quantitäten proportional ist. Dieses Instrument ist von Salleron in Paris sehr zweckmäßig abgeändert worden, so daß man mit Hilfe desselben noch äußerst geringe Quantitäten färbender Substanz messen kann, welche auch von der empfindlichsten Wage nicht angegeben werden.

Der Apparat besteht aus einem Kästchen C (Fig. 14) von abgestumpfter Pyramidenform, das auf einem hölzernen Träger beliebig höher und tiefer zu stellen und am hintern Ende passend ausgeschnitten ist, um das Gesicht gut anlegen zu können, ohne durch seitliches Licht beim Beobachten gestört zu werden. Vorn ist an diesem Kästchen ein Diaphragma angebracht, bestehend aus zwei geschwärzten Metallplatten mit zwei vollständig identischen vertikalen Spalten F und F′. Vor diesen Spalten ist ein geschwärzter Spiegel R angebracht, der das diffuse Licht in das Innere des Kästchens wirft, wobei man die Neigung des Spiegels beliebig reguliren kann. Zwischen den beiden Metallplatten des Diaphragmas befindet sich ein Glasgefäß T mit genau parallelen Wandungen, das durch eine Glaswand in zwei nebeneinander liegende Röhren getrennt wird. Das Kästchen C trägt ferner einen kupfernen Träger S,

an welchem eine Bürette nebst Quetschhahn B befestigt ist, deren Skala noch Zehntel-Cubikmillimeter angiebt und die mit Wasser gefüllt ist. An demselben Träger ist auch noch eine mit einer Messingfassung versehene und dadurch mit einem Kautschukschlauche t verbundene, bis auf den Boden von T reichende Glasröhre A angebracht.

Fig. 14.



Will man nun z. B. das Entfärbungsvermögen einer Schwärze untersuchen, so wägt man 10 Gramm davon und ebensoviel Druckerschwärze ab, bringt jede dieser Quantitäten auf ein Filter und gießt dazu je 50 Cubikcentimeter einer verdünnten Melassen- oder Caramel-Lösung. Von der durch Druckerschwärze entfärbten Lösung bringt man 10 Cubikcentimeter in

die linke Röhre T, ebensoviel kommt in die rechte von der andern, mit der zu untersuchenden Schwärze behandelten Flüssigkeit. Wir wollen annehmen, die erstere Flüssigkeit sei am meisten entfärbt (wie es die Regel ist). Mittels der Bürette läßt man dann in die andere Flüssigkeit einige Tropfen Wasser treten und läßt durch den Kautschukschlauch langsam Luft zu, um die zu untersuchende Flüssigkeit mit dem neu zugesetzten Wasser wohl zu mischen. Hierauf sieht man, ob beide Lösungen genau die gleiche Färbung haben. Wenn dies noch nicht der Fall, so setzt man das Verfahren fort, bis dieses Ziel erreicht ist. Gesetzt, man hätte 5 Cubikcentimeter Wasser zusetzen müssen, so würde man sagen, daß sich das Entfärbungsvermögen der Druckerschwärze und der untersuchten wie 15 : 10 verhalten.

Da bei der grünen Farbe kleine Differenzen der Färbung deutlicher hervortreten als bei der gelben, so bringt Salleron auf dem Reflector R eine durchsichtige blaue Glasplatte an.

Mit diesem Instrumente sind folgende Zahlen erhalten worden:

Substanz	in 1 Liter gelöste Quantität	meßbare Quantität
Caramel	0,25 Gr. . . .	0,0012 Gr.
Fuchsin	0,01 „ . . .	0,000007 „
Anilinbau	1,01 „ . . .	0,000005 „
Cochenille	0,1 „ . . .	0,0002 „
Berlinerblau	0,05 „ . . .	0,00004 „
Blattgrün	0,2. „ . . .	0,0006 „
Gummigutt	0,2 „ . . .	0,00006 „
Campeche-Extract .	0,2 „ . . .	0,00002 „
Indigo	0,02 „ . . .	0,00002 „
Orseille	0,02 „ . . .	0,00003 „

Erythroskop und Melanoskop.

Unter dem Namen Erythrophytoskop ist schon im Jahre 1862 von Simmler ein Instrument beschrieben worden, auf das neuerdings E. Lommel wieder aufmerksam gemacht hat. Nach einer von Wild angegebenen Modification besteht dasselbe aus zwei über einander gelegten farbigen Glasplättchen, einem blauen Kobalt- und einem dunkelgelben Eisen-

oxydglas; zwei solche Paare, für jedes Auge eins, sind brillenartig in einen mit schwarzem Papier überzogenen und mit einem Ausschnitte für die Nase, auch wohl mit einem Rande zur Abhaltung seitlichen Lichtes versehenen Carton gefaßt.

Betrachtet man durch eine solche Brille, am besten von einem schattigen Standpunkte aus, eine sonnenbeleuchtete, vegetationsreiche Landschaft, so gewährt dieselbe einen ganz wunderbaren Anblick. Die Pflanzen erscheinen leuchtend korallenroth, der Himmel prächtig cyanblau, die Wolken röthlich violett, das Erdreich in verschiedenen Abstufungen violettgrau, ohne daß dabei der Contrast von Licht und Schatten abgeschwächt erschiene.

Nur dem vegetabilischen Grün kommt die Eigenschaft zu, durch diese Gläser roth zu erscheinen; andere grüne Gegenstände, z. B. grüne Fensterläden &c. werden einfach dunkelgrün gesehen. Lommel erklärt dieß aus den optischen Wirkungen der Gläser einer- und des Blattgrüns andrerseits.

Das Kobaltglas läßt nämlich das äußerste rothe Licht bis zur Linie B in großer Intensität durch, außerdem einen schmalen und weniger intensiven Streifen im Gelbgrün, endlich das Grün, Blau und Violett bis ans Ende des Spektrums sehr lichtstark.

Das gelbe Glas dagegen läßt das ganze Roth, Orange, Gelb und Grün gut durch, schwächt aber das Blau und absorbirt von der Linie G an vollkommen das Violett.

Die Combination beider Gläser ist daher durchsichtig für das äußerste Roth vor B (stark), einen Theil das Gelbgrün (schwach), das Blaugrün und Blau, wobei jedoch nur das mittlere Blau ziemlich stark erscheint.

Ein grünes Pflanzenblatt läßt das äußerste Roth bis nahe an B vollkommen ungeschwächt durch, ziemlich lichtstark auch das Roth, Orange, Gelb und Grün zwischen C und E; bald hinter E beginnt aber die Verdunkelung, doch bleibt das Grün, Blau und Violett noch sichtbar bis über die Mitte zwischen F und G hinaus, von wo an vollständige Dunkelheit eintritt. Charakteristisch ist das fast gänzliche Fehlen des mittleren Rothes zwischen B und C, weshalb im Spektrum an dieser Stelle ein dunkler Streifen entsteht.

Der dunkle Streifen im Roth, wie ihn das in lebenden

grünen Blättern, enthaltene feste Chlorophyll giebt, unterscheidet sich aber, wie Lommel hervorhebt, in Lage und Aussehen wesentlich von demjenigen der Blattgrünlösung. Bei letzterer nämlich beginnt derselbe erst hinter B, beim festen Chlorophyll der lebenden Blätter aber schon merklich vor B und reicht bis hinter C; doch ist er nur in seiner vordern Hälfte tief schwarz, weiter hin bloß verdunkelt. Dieß ist die Erscheinung, wie sie Lommel mittels eines Steinheil'schen Spektroskopes an einer großen Zahl grüner Blätter aus den verschiedensten Familien, an Monocotylen und Dicotylen, Coniferen und Farnen, Laub- und Lebermosen, jüngeren und älteren, hell- und dunkelgrünen Blättern übereinstimmend beobachtet hat; sie alle zeigen sowohl im durchgegangenen wie im reflectirten Lichte den Absorptionsstreifen zwischen B und C als dicken dunkeln Balken, und auch im Mikrospektroskop zeigt jedes einzelne Chlorophyllkorn den erwähnten dunkeln Streifen. Eine dem entgegenstehende Beobachtung von J. J. Müller (in Freiburg) erklärt Lommel dadurch, daß das äußerste Roth übersehen und die Linie C für B genommen wurde; Müller konnte dann, als er „ein Handspektroskop gegen die Rückseite eines frischen Blattes richtete, dessen Vorderseite von der Sonne beschienen war," ein continuirliches, Spektrum ohne Absorptionsstreifen beobachten, „welches sich ungefähr von F bis B (in Wirklichkeit nur bis C!) erstreckte."

Das grüne Licht, in dem uns die Pflanzen erscheinen, hat dieselbe Zusammensetzung wie das durch ein einzelnes Blatt gegangene Licht. Denn das Sonnen- und Tageslicht dringt bis auf eine gewisse Tiefe in das chlorophyllhaltige Zellgewebe der Blätter ein und giebt diejenigen Strahlengattungen, welche die Pflanze zu ihrer Lebensthätigkeit verwenden kann, ab, während die übrigen zurückgestrahlt werden oder durchgehen. Daß in der That das von den Pflanzen zurückgestrahlte, in seiner Mischung dem Auge grün erscheinende Licht das äußerste Roth bis nahe vor B vollkommen ungeschwächt, das Roth, Orange, Gelb und Grün zwischen C und E mit ziemlicher Lichtstärke, Dunkelgrün, Blau und Dunkelblau aber nur schwach bis zur Mitte zwischen F und G, dagegen gar nicht oder nur äußerst schwach das Roth zwischen B und C, sowie das Dunkelblau und Violett jenseits der Mitte von FG enthält, davon

überzeugt man sich leicht, wenn man das Spaltrohr des Spektroskopes in's Freie hinaus auf eine gut beleuchtete Baum- oder Strauchgruppe richtet.

Aus dem Gesagten erklärt sich nun leicht die Wirkung des Erythrophytoskopes. Das letztere läßt nämlich von allen von den Blättern zurückgestrahlten Lichtgattungen nur das äußerste Roth (Rubinroth) und eine schmale Portion Gelbgrün spärlich durchgehen, die Pflanzen erscheinen daher in einer korallenrothen Färbung.

Der klare Himmel, dessen Licht die weniger brechbaren Strahlen nur spärlich, die brechbareren reichlich enthält, wird eine aus wenig Blaugrün und viel Blau gemischte cyanblaue Farbe zeigen.

Alle weißen Gegenstände, welche das unveränderte Sonnenlicht reflectiren, erscheinen in einer aus sämmtlichen von den beiden Gläsern durchgelassenen Lichtarten gebildeten röthlich violetten Mischfarbe.

Grüne Pigmente, welche das Roth absorbiren (Schweinfurtergrün, Grünspan &c.), werden in einer aus viel Blaugrün und wenig Blau gemischten Farbe gesehen.

Das Roth, in welchem man die Pflanzen erblickt, erscheint noch reiner, wenn man statt des gelben Glases ein hellrothes Ueberfangglas (Kupferoxydulglas) mit dem blauen Kobaltglase combinirt. Die Pflanzen erscheinen dann noch brillanter in reinem, leuchtendem Rubinroth, der Himmel tief violettblau, die Wolken in zartem Purpur. Eine Lösung von schwefelsaurem Indigo, in richtiger Concentration in einen parallelwandigen Glastrog gebracht, wirkt für sich allein schon als Erythrophytoskop, doch erscheinen die Farben durch beigemischtes Grün schmutzig; eine ähnliche Wirkung giebt auch Chlorophylllösung mit blauem Kobaltglase combinirt.

Lommel hat noch zwei Gläsercombinationen angegeben, welche ebenfalls die sichtbare Außenwelt umfärben; während aber das Erythrophytoskop die Gegenstände mit gesättigteren Farben schmückt und dadurch den Reiz der Landschaft erhöht, geben die neuen Gläsercombinationen dem Landschaftsbilde ein einfarbiges Aussehen, bringen aber dafür andererseits das Verhalten des Blattgrüns zu verschiedenartigem rothem Lichte in belehrender Weise zur Anschauung.

Wenn man ein blaues Kobaltglas mit einem dunkelrothen Ueberfangglase combinirt, so lassen beide zusammen nur das äußerste Roth vor B durch. Die Pflanzen, welche das äußerste Roth in reichlicher Menge ausstrahlen, erscheinen durch eine solche Gläsercombination außerordentlich hell; der Himmel erscheint dunkel; ein Kiesweg, der dem bloßen Auge heller erscheint als der grüne Rasen, wird jetzt dunkel gesehen &c., man erhält überhaupt den Eindruck, als wären Rasen, Sträucher und Bäume weiß gepudert. Lommel nennt diese Combination Erythroskop.

Die andere Combination, das Melanoskop, besteht aus einem dunkelrothen, nur für Roth und Orange bis D durchgängigen Rubinglase mit einem halbvioletten Glase, welches das äußerste Roth und das Orange dämpft, so daß nur das mittlere Roth in erheblicher Stärke durchgeht. Wolken, Himmel, Häuser, Erdreich werden durch diese Gläser gerade so gesehen, wie durch das Erythroskop, die Pflanzen aber erscheinen dunkel, fast schwarz. Wenn es gelänge, einen durchsichtigen Körper zu finden, der nur die Strahlen des Spectralbezirkes von B bis C durchläßt, so würden die Pflanzen noch vollkommener schwarz erscheinen.

Beide Instrumente zeigen mit einem Blick den enormen Unterschied im Verhalten der Pflanzen einerseits zu dem äußersten und andrerseits zum mittleren Roth. Das Erythroskop zeigt, daß das äußerste Roth von den Pflanzen lebhaft zurückgestrahlt wird, also in den Zellen nicht zur Verwendung kommt; das Melanoskop zeigt dagegen, daß das mittlere Roth zwischen B und C von den Pflanzen verschluckt und zurückbehalten wird, und diese Strahlen sind es, welche die Assimilationsthätigkeit der Pflanze vorzugsweise anregen.

Der letztere Satz ist zur Zeit allerdings wohl noch nicht allgemein als gültig anerkannt. Doch wird er, wie Lommel in einer späteren Arbeit[1]) hervorhebt, bestätigt durch die Resultate, welche N. J. C. Müller[2]) bei seinen „Untersuchungen über die

---

[1]) Zur Frage über die Wirkung des farbigen Lichtes &c. Carl's Rep. VIII. Heft. 1.

[2]) Botanische Untersuchungen v. Dr. N. J. C. Müller. I. Heidelberg, 1872.

Sauerstoffausscheidung der grünen Pflanzen im Sonnenlicht" gewonnen hat. Auch hat Lommel selbst Bohnenpflanzen in Käfigen cultivirt, von denen der eine aus Glasplatten von der Art, wie er sie beim Erythroskop verwendet, der andere aber mit solchen, wie sie am Melanoskop vorkommen, gebildet war. Beide Gläsercombinationen zeigten sich für Wärme ungefähr gleich durchlässig, die zweite etwas stärker. Dabei zeigte, sich, daß die im zweiten Käfig unter dem Einflusse der mittleren rothen Strahlen stehende Pflanze nach einer Woche bis zur Decke ihres Käfigs empor gewachsen war, kräftige grüne Blätter hatte und sich in nichts von anderen gleichalterigen Bohnenpflanzen unterschied, die unterdeß dem diffusen Tageslicht ausgesetzt gewesen waren. Die andere Pflanze dagegen, welche von dem äußersten Roth beleuchtet wurde, zeigte sich ganz im Wachsthum zurückgeblieben und vergilbt. Aus diesem Versuche folgt wenigstens, daß die mittleren rothen Strahlen für sich allein das Wachsthum einer Pflanze unterhalten können, daß aber die äußersten rothen dazu unfähig sind.

Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungsexponenten und der Dispersion von Flüssigkeiten.

hat E. Abbe aus Jena auf der in Leipzig abgehaltenen 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte beschrieben. Die Wirkung derselben gründet sich auf die Totalreflexion, welche eine Flüssigkeit, in Form einer dünnen Schicht zwischen Glasprismen von stärkerer Lichtbrechung eingeschaltet, an durchfallendem Lichte bewirkt, sobald der Sinus des Einfallswinkels der Strahlen gegen diese Schicht dem relativen Brechungsexponenten zwischen Glas und Flüssigkeit gleich wird. Die Einrichtung geht darauf aus, diese Totalreflexion schnell und sicher beobachten zu lassen, den gesuchten Brechungsexponenten unmittelbar, ohne Rechnung, erkennbar zu machen und nebenbei das ungleichzeitige Eintreten der Totalreflexion an den verschiedenfarbigen Strahlen zur Ermittelung der Dipersion zu verwerthen.

Mit Rücksicht auf die praktische Verwendbarkeit hat Abbe drei verschiedene Formen des Apparates ausführen lassen. Allen gemeinsam ist ein kleines astronomisches Fernrohr, vor dessen

Objectiv zwei Flintglasprismen mit brechenden Winkeln von je 60 bis 64° an einander gelegt sind, so daß sie eine dicke Planplatte bilden, durch welche hindurch das Licht zum Fernrohr gelangt. Ein Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit, zwischen die an einander liegenden Flächen der Prismen gebracht, liefert die total reflectirende Schicht. Bei zwei Formen des Apparates wird dieses Prismenpaar mittels einer Alhidade gegen die feste Visirlinie des Fernrohres gedreht, und die Ablesung des Brechungsexponenten erfolgt an einem Gradbogen mit entsprechender Theilung, sobald die Totalreflexion in der Achse des Fernrohres eintritt; dabei vermittelt in dem einen Falle ein Spektralocular mit Spalt und Amici'schen Prisma die Isolirung der einzelnen Farben, während im andern Falle eine Combination von zwei Amici'schen Prismen zwischen dem Objectiv und dem vorderen Prismenpaar die Totalreflexion achromatisch macht. Bei Anwendung eines mäßig schweren Flintglases gestatten diese beiden Formen des Apparates die Beobachtung aller Flüssigkeiten vom Wasser bis zum Schwefelkohlenstoffe. Reicht aber für specielle Zwecke ein geringerer Umfang der Messungen aus, so kann der Apparat eine dritte compendiösere Gestalt dadurch erhalten, daß man die Prismen, welche die Flüssigkeit aufnehmen, mit dem Fernrohre fest verbindet und die Grenze der Totalreflexion an einer Skala im Gesichtsfelde des Oculars beobachtet.

Wenn die Skala einmal mit genauer Berücksichtigung des Winkels und des Brechungsexponenten der Prismen ausgeführt worden ist, so bedarf der Apparat keiner weiteren Regulirung als einer richtigen Einstellung des Alihidaden-Index, beziehentlich der Skala, durch eine Beobachtung mit reinem Wasser. Die Genauigkeit der Messung geht auch bei kleinen, für den Handgebrauch construirten Instrumenten noch über die Einheit der dritten Decimale hinaus und kann bei größeren Exemplaren leicht auf ungefähr drei Einheiten der vierten Decimale gebracht werden.

Solche Apparate, die auch für mancherlei technische Zwecke, zur Bestimmung der Concentration von Lösungen, zur Ermittelung des Zuckergehaltes in Zuckersäften, zur Unterscheidung und Prüfung der im Handel vorkommenden Oele ꝛc. Verwendung finden können, liefert die optische Werkstatt von C. Zeiß in Jena.

Theorie der Körperfarben.

W. Stein in Dresden hat neuerdings eine theoretische Erklärung verschiedener hierher gehöriger Thatsachen versucht, welche jedenfalls von Interesse ist, wenn auch zur Aufstellung einer umfassenden Theorie zur Zeit noch die nothwendigsten Unterlagen fehlen.

Derselbe geht von der Vorstellung aus, daß das Licht wie die Wärme nur eine besondere Art der Atombewegung ist; beide, Licht und Wärme, können unter Umständen erfahrungsmäßig in einander übergehen und unterscheiden sich nur durch ihre Geschwindigkeit. Ferner nimmt er an, daß die Atmosphären der Sonne und der Planeten im Zusammenhange stehen. Die von der Sonne ausgehenden Schwingungen theilen sich den leicht beweglichen Atomen der Planeten-Atmosphären mit und treffen schließlich auf Körper mit schwerer beweglichen Atomen. Von diesen werden sie entweder unverändert oder mit verändertem Tempo zurückgeworfen (undurchsichtige weiße oder farbige Körper), oder sie werden aufgenommen und mit gleicher oder modificirter Bewegung fortgepflanzt (durchsichtige farblose oder farbige Körper).

Daß die Atome der Luft und gasförmiger Körper überhaupt vorzugsweise geeignet sein müssen, in Lichtschwingungen versetzt zu werden, läßt sich nach Stein aus der Natur der Gase folgern. Wenn den letzteren dessen ungeachtet die Fähigkeit, leuchtend zu werden, abgeht, so rührt dies daher, daß zur Hervorbringung einer Lichtwirkung die vereinten Schwingungen von Atomen-Aggregaten erforderlich sind, welche auf einen Raum zusammenwirken, der in einem bestimmten Verhältnisse zur lichtempfänglichen Oberfläche unseres Sehorganes steht. Nur solche Aggregate, nicht einzelne Atome, sind dem Auge sichtbar und mögen kurz optische Moleküle heißen. Sind die einzelnen Atome eines Körpers zu weit von einander entfernt, so kann derselbe keine optischen Moleküle bilden und ist überhaupt nicht sichtbar. So verhält es sich bei der Luft und den coërcibeln Gasen überhaupt.

Die optischen Moleküle bilden die kleinsten bei Beurtheilung der Körperfarben in Betracht kommenden Größen, und man hat deren elementare und zusammengesetzte (gemischte) zu

unterscheiden; übrigens ist die Molekularfarbe oft von der Körperfarbe verschieden. Die gemischten Moleküle sind wieder entweder atomistisch (chemisch verbunden) oder molekular gemischt; letztere sind der Forschung am zugänglichsten und nur mit ihnen beschäftigt sich diese Betrachtung. Dieselben sind Gemische entweder von farbigen mit andersfarbigen oder von farbigen mit weißen Molekülen. Die Veränderungen, welche durch Mischung zweier einfachen Farben oder einer einfachen oder zweitheiligen mit Weiß entstehen, sind leicht vorauszusehen und unser Autor unterläßt es daher, sie näher zu beschreiben. Dagegen bieten die Mischungen dreitheiliger Farben mit Weiß ein um so größeres Interesse, als die dabei stattfindenden Veränderungen bis jetzt unerklärlich waren.

Zu den dreitheiligen Farben gehören Braun und Schwarz, insofern sie, wie auch das Weiß, die farbigen Elemente Blau, Gelb und Roth, nur in verschiedenen Quantitäten enthalten. Das Weiß erklärt Stein für die neutrale Mischung der drei Elementarfarben, während im Braun das Roth oder Gelb, im Schwarz das Blau vorherrschen soll. Als Mangel an Licht kann man nur das Interferenzschwarz, nicht das Schwarz als Körperfarbe betrachten, das man ebenso auf der Farbenscheibe mischen kann, wie das Weiß und das in der Färberei längst schon durch Mischung seiner Elemente im richtigen Verhältnisse erzeugt wird.

Ein schönes Schwarz erhält man nach Stein u. a., wenn man 4,5 Gramm Ultramarinblau, 6 Gr. gelbes Uranoxyd und 1 Gr. Mennige mit Wasser oder Alkohol zu einem Brei anrührt. Getrocknet hat das Gemeng allerdings eine schmutzig violette Färbung; dies mag aber darin seinen Grund haben, daß von den Bestandtheilen der trocknen Mischung die Schwingungen zum Theil einzeln ins Auge gelangen, wogegen bei feuchter Beschaffenheit der Mischung dieselben erst auf die Atome des Wassers oder Weingeistes übertragen werden, wodurch sich die verschiedenen Bewegungen zu einer einzigen vereinigen, die nun für sich allein auf das Auge wirkt.

Wie nun im Thonerde-Ultramarin das schwarze Schwefelaluminium mit dem weißen Silicate oder im Kobalt-Ultramarin das schwarze Kobaltoxyd mit der weißen Thonerde eine blaue Farbe liefert, so geht auch die eben erwähnte Mischung in

Blau über, wenn man einen weißen Körper, nämlich kohlensauren Baryt oder Schwerspat mit Wasser dazu mischt. „Durch molekulare Mischung von Schwarz mit Weiß wird . . . ersterem Gelb und Roth entzogen, und dieß erklärt sich . . . am einfachsten auf folgende Weise: Schwarz und Weiß stellen zwei verschiedene Formen der Bewegung dar, welche in dem Gemisch mit einander in Wechselwirkung treten, und von denen thatsächlich die dem Weiß entsprechende vorherrscht. Unterliegen diese Bewegungen, wie nicht zu bezweifeln ist, denselben Gesetzen, wie alle anderen, so müssen sie sich zu einer Resultante vereinigen, welche nach der Seite der vorherrschenden Bewegung fällt. In Folge dessen treten die vorhandenen chromatischen Elemente (d. h. die zu Weiß sich ergänzenden relativen Mengen von Blau, Gelb und Roth) zu Weiß zusammen, neben welchem nur noch das überschüssige Blau übrig bleibt."

Weiß bewirkt also bei seiner Mischung mit einer einfachen oder zweitheiligen Farbe auf jeden Fall eine Verdünnung, eine Erhöhung des Tones. Dasselbe findet auch statt, wenn eine nur körperliche Mischung des Weiß mit einer dreitheiligen Farbe vorgenommen wird; bei molekularer Mischung dagegen tritt eine Zerlegung der Farbe ein, indem die äquivalenten Mengen von Blau, Gelb und Roth sich zu Weiß ergänzen oder ausgelöscht werden. Braun liefert unter diesen Umständen, je nach seiner Varianz, Roth, Orange oder Gelb. Es entstehen ferner Mischfarben, wenn man statt des reinen Weiß ein Gemisch von Weiß mit Gelb oder Roth nimmt. So erklärt sich die Bildung von Grün durch molekulare Mischung von schwarzem Kobaltoxyd mit Zinkoxyd, das in geglühtem Zustande eine aus Weiß und Gelb gemischte Farbe besitzt.

Anomale Dispersion.

C. Christiansen in Kopenhagen hat zuerst (Nov. 1870) auf die eigenthümlich abnormen Brechungsverhältnisse einer concentrirten weingeistigen Fuchsinlösung aufmerksam gemacht, indem er darauf hinweist, daß in einer solchen Lösung von 18,8 Proc. Fuchsingehalt das Brechungsverhältniß von der Fraunhofer'schen Linie B bis zur Linie D zunimmt, darüber hinaus aber rasch sinkt bis zur Linie G, um darüber hinaus wieder zu wachsen.

Recht auffällig wird diese Abnormität, wenn man durch ein spitzes Flüssigkeitsprisma einen beleuchteten Spalt betrachtet; man sieht dann die Farben in der Reihenfolge Violett, Roth und Gelb, die letzte Farbe am stärksten abgelenkt.

Die weiteren Ergebnisse seiner Untersuchungen hat Christiansen in einer Abhandlung niedergelegt, welche am 17. Februar 1871 durch Holten der Kopenhagener Gesellsch. d. Wissensch. übergeben wurde. In dieser Arbeit sind folgende numerische Angaben mitgetheilt.

Fraunhofersche Linie.	Brechungsindex bei einem procentigen Fuchsingehalte von			
	18,8	17	8	2,5
B	1,450	1,426		1,384
C	1,502	1,493	1,456	
D	1,561	1,548	1,502	1,419
F	1,312	1,344	1,372	1,373
G	1,285	1,322	1,354	1,367
H	1,312	1,344	1,372	1,373

Während also im Allgemeinen die rothen Lichtstrahlen mit der größeren Wellenlänge (in Luft) weniger brechbar sind, als die weiter nach dem violetten Ende des Spektrums liegenden mit kürzerer Wellenlänge, sehen wir hier, daß Licht, dem in der Luft eine kürzere Wellenlänge zukommt, durch die Fuchsinlösung weniger gebrochen wird, so daß eine theilweise Umkehrung der Farbenordnung im Spektrum eintritt.

Nach Christiansen haben auch August Kundt in Würzburg und J. L. Soret in Genf durch verschiedene Methoden die Richtigkeit dieser Thatsache constatirt und dadurch die Zweifel beseitigt, welche Victor von Lang dagegen in der Wiener Akademie erhoben hat.

Kundt hat dieselbe Anomalie bei einer ganzen Reihe von Flüssigkeiten und auch bei festen Körpern nachgewiesen. Man trifft dieselbe bei Lösungen von Fuchsin, Anilinblau, Anilinviolett, Anilingrün, Murexyd, Cyanin, übermangansaurem Kalium, Alizarin (in Kalilauge), Orsellin, Lackmus, Jod (in einer Mischung von Chloroform und Schwefelkohlenstoff), Blauholzextract (wässrig und ammoniakalisch), Rothholz (ammoniak.), Sandelholz (alkoholischer und ammoniak. Auszug), Alkanna=

wurzel (ammoniak.), Blut (rother wässriger Auszug), Hämatin, Chlorophyll, und unter den verschiedenen von Kundt untersuchten festen Körpern zeigte ein durch Kobalt sehr intensiv blau gefärbtes Boraxglas die Erscheinung am deutlichsten.

Kund hat auch gleich bei seiner ersten Mittheilung über diesen Gegenstand die Vermuthung ausgesprochen, daß die anomale Dispersion in enger Beziehung stehen möge zur Oberflächenfarbe. Körper nämlich, die im festen Zustande mit starker Oberflächenfarbe begabt sind, wie die anfangs von Kundt studirten (Fuchsin, Anilinblau, Anilinviolett, Anilingrün, Murexyd, Cyanin, übermangansaures Kalium), reflectiren von ihrer Oberfläche gewisse Lichtarten sehr stark, und für diese Lichtstrahlen schien es wahrscheinlich, daß der Brechungsexponent entweder sehr groß oder sehr klein sei. Um dies zu constatiren, prüfte Kundt das durchgehende Licht, wobei sich zunächst die Thatsache herausstellte, daß die Körper für die Strahlen, welche sie stark reflectiren, die also schon dadurch in geringerer Intensität in den Körper gelangen, einen ziemlich beträchtlichen Absorptionscoefficienten haben, und zwar nur für diese Strahlen. Wenn daher auch die durchstrahlten Schichten nur eine geringe Dicke haben, so wird man doch die abweichenden Brechungsexponenten nur schwierig beobachten können, weil eben die Lichtarten, denen sie angehören, nur spärlich durch den Körper hindurch gehen; indessen wird man dann an den Stellen, wo die Absorption beginnt, an den Rändern der Absorptionsbänder, ein schnelles Zu- und Abnehmen der Brechungsexponenten erwarten können. Die Beobachtung zeigt denn auch bei allen Körpern mit anomaler Dispersion, die in irgend beträchtlichen Schichten die Mitte des Spektrums absorbiren, wenn man von den Strahlen mit größerer Wellenlänge ausgeht, daß die Ablenkung der rothen Strahlen außerordentlich zunimmt, so wie man sich der Absorptionsbande nähert, so daß bei concentrirten Lösungen das Roth zu einem langen Streifen ausgezogen erscheint; auf der anderen Seite der Absorptionsbande aber kommt, wenn die Absorption hauptsächlich nur die gelben und einen Theil der grünen Strahlen ergriffen hat, ein ebensolcher langer grünlicher Streifen von Seite der geringen Ablenkung heran, bis im Blau die Ablenkung wieder

ungefähr die normale Größe erreicht hat. Außerdem ist aber in concentrirten Lösungen das ganze Blau weniger abgelenkt als das Roth. In weniger concentrirten Lösungen hört die Anomalie insofern auf, als das Blau mehr abgelenkt erscheint als das Roth; bei diesem letzteren sieht man aber nach dem Absorptionsstreifen hin noch eine starke Zunahme der Ablenkung und auf der andern Seite des Absorptionsstreifens kommt das Grün schnell von Seite der geringen Ablenkung heran, so daß ein Theil der rothen Strahlen doch immer noch stärker abgelenkt ist, als ein Theil der grünen. Als allgemeines Ergebniß spricht Kundt den Satz aus: Bei einer Reihe von Körpern, die die mittleren Strahlen des Spektrums stark reflectiren und gleichzeitig für diese Strahlen ein starkes Absorptionsvermögen haben, nimmt die Brechung, wenn man sich von der Seite der größeren Wellenlänge (in Luft) dem Absorptionsstreifen nähert, außerordentlich schnell zu; nähert man sich von Seiten der kürzeren Wellenlänge (in Luft) dem Absorptionsstreifen, so nimmt die Wellenlänge außerordentlich schnell ab. Einige der oben genannten Lösungen mußten allerdings, um die Anomalie hervortreten zu machen, so concentrirt als nur möglich genommen werden.

Bei denjenigen Medien, die mehrere scharfe und stärkere Absorptionsstreifen zeigen, wurde bei jedem Streifen eine Brechungsanomalie beobachtet, und zwar nimmt ganz in der oben beschriebenen Weise, wenn man vom rothen Ende aus sich dem Streifen nähert, der Brechungsindex mit Annäherung an den Streifen zu, und ist hinter demselben merklich kleiner.

Aus diesen Beobachtungen scheint hervorzugehen, daß eine gemeinsame Abhängigkeit besteht zwischen den drei Eigenschaften: starkes Reflexionsvermögen, Absorption und Anomalien in der Brechung des Lichtes. Mit ziemlicher Bestimmtheit läßt sich von den sämmtlichen oben genannten, das Licht anomal brechenden Körpern annehmen, daß sie im festen Zustande bestimmte Strahlenpartien stark reflectiren, also eine bestimmte Oberflächenfarbe zeigen. Nun giebt es aber auch Stoffe, die zwar Absorptionserscheinungen, aber keine Körperfarbe zeigen. Kundt hat auch eine Anzahl gefärbter Körper, bei denen man

keine Oberflächenfarbe wahrnimmt, untersucht. Bei denjenigen, die das Spektrum vom blauen Ende her absorbiren, wie Eisenchloridlösung, Jod in Alkohol, Chromsäure, konnte auch eine ganz auffällige Zunahme des Brechungsexponenten vom Roth zum Gelb beobachtet werden.

Noch muß erwähnt werden, daß Sellmeier in Neu-Britz bei Rixdorf unweit Berlin eine theoretische Erklärung dieser Anomalie angedeutet hat (Poggend. Ann. Bd. CXLIII, S. 272 ff.). Derselbe giebt an, daß er schon vor Jahren aus theoretischen Gründen diese Erscheinung vermuthet und, wiewohl vergeblich, versucht habe, dieselbe experimentell nachzuweisen. Schon seit längerer Zeit mit theoretischen Untersuchungen über die Dispersion beschäftigt, ging er dabei von der Ansicht aus, daß die Verschiedenheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in den ponderabeln Mitteln eine directe Wirkung der durch die Aetherschwingungen ins Mitschwingen versetzten Körpertheilchen sei, und es gelang ihm auf diesem Wege eine Erklärung der Dispersion zu finden, die nach seiner Angabe „allen Ansprüchen auf Klarheit und Folgerichtigkeit zu genügen schien.“ Diese Erklärung enthielt auch eine Beziehung zwischen Dispersion und Absorption des Lichtes, welche sich folgendermaßen aussprechen läßt: „Wenn ein Körper Theilchen enthält, welche das Licht von einer bestimmten Schwingungsdauer absorbiren, so verändern diese Theilchen bei dem Lichte von anderer Schwingungsdauer den Brechungsexponenten; sie vergrößern denselben, wenn die Schwingungsdauer größer, sie verkleinern ihn, wenn sie kleiner ist, als die des absorbirten Lichtes; und zwar nimmt diese Wirkung nicht nur zu, wenn sich die Schwingungsdauer des gebrochenen Lichtes der des absorbirten nähert, sondern es ist auch diese Zunahme selbst eine wachsende.“ In den Beobachtungen von Christiansen und Kundt findet Sellmeier eine Bestätigung dieser Theorie und damit indirect auch seiner Erklärung der Dispersion.

Spektral-Analyse.

Die Spektra einfacher Gase. Der Plücker'sche Satz, daß ein und dasselbe Gas in glühendem Zustande je nach seiner Temperatur wesentlich verschiedene Spektra zeigt, der später

durch die Arbeiten von Wüllner (s. Jahrg. V, S. 102) bestätigt worden ist, hat schon früher und auch neuerdings wieder (Comptes rendus, 1871 Aug. 7) von A. J. Angström sowie auch von verschiedenen andern Physikern Anfechtung erlitten. Angström ist der Ansicht, daß zwar in der Erscheinung der Spektra sich eine Verschiedenheit kund geben kann, insofern als eine Erhöhung der Temperatur einen größeren Reichthum an Linien bedingt und auch die relative Helligkeit allerlei Veränderungen erfahren kann, daß aber dessen ungeachtet ein jedes Spektrum seinen wesentlichen Charakter unverändert beibehält. „Bei unterbrochenen Entladungen und wenn die Spannung des Gases wächst, kommt es allerdings vor, daß die Spektrallinien sich verbreitern und schließlich zu einem continuirlichen Spektrum zusammengehen; aber selbst dann kann man nicht sagen, daß ein neues Spektrum entsteht."

Beim Wasserstoffgase hat Wüllner vier Spektra beobachtet, beim Sauerstoff drei. Dubrunfaut hat zwar dagegen das Bedenken erhoben, daß diese mehrfachen Spektra vielleicht vom Stickstoff oder Quecksilberdampf, welche durch die Pumpe in die Röhren eingeführt werden, herrühren mögen; indessen hat Wüllner auf die Unstatthaftigkeit dieser Annahme aufmerksam gemacht.

Als Angström im Jahre 1853 zuerst das Wasserstoffspektrum beobachtete, bediente er sich einer Leidener Flasche, um das Gas ins Glühen zu bringen, welches unter dem Drucke der äußern Luft stand, und erhielt so ein Spektrum, das aus einer hellen, nicht scharf begrenzten Linie bei C und zwei Stellen größter Helligkeit bei F und G bestand; ein drittes Maximum wurde später aufgefunden. Als nachher Plücker mit verdünntem Gase arbeitete, erhielt er ein aus scharf begrenzten Linien bestehendes Spektrum. Man kann es daher nach Angström als eine längst erwiesene Thatsache betrachten, daß die Spektrallinien des Wasserstoffes sich verbreitern, wenn die Entladungen unterbrochen werden und daß sie schließlich, bei vermehrter Spannung des Gases, in ein continuirliches Spektrum zusammenfließen. „Das Spektrum No. 4 von Wüllner ist also", so schließt Angström, „nichts anderes als das gewöhnliche Wasserstoffspektrum."

Plücker hat zuerst noch ein zweites Wasserstoffspektrum gefunden, welches hauptsächlich durch eine Menge Linien zu

beiden Seiten von D und gegen C hin charakterisirt ist; es kommt gewöhnlich mit dem vorigen zusammen vor. Wenn man die Entladungen einer Ruhmkorff'schen Inductionsspirale durch eine mit verdünntem Wasserstoff gefüllte Röhre gehen läßt, so erblickt man in einem rotirenden Spiegel zwei Spektra. Das eine wird durch eine isolirte Linie gebildet, das andere erscheint als eine breite, mit hellen und dunkeln Linien durchzogene Zone. Da dieses Bild sofort verschwindet, sobald man die Entladungen durch Einschaltung eines Condensators discontinuirlich macht und da das Licht geschichtet ist, so glaubt Angström, daß man es hier mit einer Combination des Wasserstoffes mit einem anderen Körper zu thun habe; ja er giebt geradenwegs an, daß er bei Wiederholung einer früher von Berthelot angegebenen Beobachtung in einem Gemenge von Wasserstoff und Benzin das zweite Wasserstoffspektrum Plückers erhalten habe. Er schreibt (mit Berthelot) dieses Spektrum dem Acetylen zu.

Das dritte, von Wüllner gefundene Wasserstoffspektrum hält Angström für das Schwefelspektrum. Zur Begründung giebt er folgende Zustammenstellung der von Wüllner gemessenen Wellenlängen dieses Wasserstoffspektrums und der Linien im Spektrum des Schwefels (in Zehnmilliontel Millim.):

	Wasserstoff		Schwefel
1.	Gruppe von drei Linien; die mittelste	5647	5671 5645 5613
2.	Gruppe von drei Linien; die mittelste	5469	5474 5451 5432
3.	Gruppe von zwei Linien; die zweite	5334	5345 5322
4.	Gruppe von zwei Linien; die erste	5221	5207 5191
5.	Gruppe von drei Linien; die mittlere	5015	5027 5013 4994
6.	Gruppe von mehr als 6 Linien; die mittlere	4930	4926

Was die Sauerstoffspektra betrifft, so ist das zweite hauptsächlich durch vier farbige, nach der Seite des Roth scharf be-

grenzte Banden charakterisirt. Angström hält dieses Spektrum für dem Kohlenoxydgas angehörig und giebt zur Stütze seiner Ansicht folgende Vergleichung der Wellenlängen der einzelnen Banden:

	Sauerstoffspektrum No. 2.	Kohlenoxyd-spektrum
1. Bande	5620	5609
2. "	5208	5196
3. "	4835	4834
4. "	4506	4510

Was endlich das Sauerstoffspektrum No. 3 anlangt, so gehört nach Angström die Mehrzahl seiner Linien dem Chlor an, wie folgende Vergleichung zeigt.

Sauerstoffspektrum No. 3.

1.	Breite Gruppe	erste Linie	5461	5460	
		letzte "	5404	5399	Cl.
2.	" "	erste "	5215	5213	
		mittlere ", sehr glänzend	5152		O?
		letzte "	5090		
3.	Gruppe von 6 Linien	erste "	4938	4940	
		letzte "	4893	4895	
4.	Breite Gruppe:	letzte "	4805	4820 4808 4793	Cl.
5.	Gruppe von 3 Linien	erste "	4652	4647	
		zweite "	4644	4642	O
		dritte "	4637	4630	Cl.
6.	Eine violette Linie		4418	4417	O
7.	" " "		4261	?	

Gegenüber diesen Bemerkungen hat Wüllner auf Grund seiner neueren Untersuchungen über diesen Gegenstand sich dahin ausgesprochen, daß die beim Wasserstoff beobachteten verschiedenen Spektren auch jetzt noch als dem Wasserstoff eigenthümlich anzusehen sind, während das Bandenspektrum und das neue Linienspektrum, welche in Sauerstoffröhren beobachtet wurden, wenn der Gasdruck in denselben ein gewisses Minimum erreicht hatte, im Wesentlichen zwei verschiedene Spektra der Kohle sind. Der Ursprung des Kohlenstoffes ist jedenfalls in den kleinen Mengen

Fett zu suchen, mit denen die Glashähne der Geißler'schen Röhren gedichtet sind.

Was den Stickstoff betrifft, so zeigt derselbe in einer Röhre von 500 Millim. Druck beim Durchgange des Inductionsfunkens bald das eine, bald das andere der früher (Jahrg. V des Jahrb. S. 112) beschriebenen verschiedenen Spektren in einer Weise, daß man die Erscheinung füglich als einen Conflict beider Stickstoffspektren auffassen und die wesentliche Verschiedenheit beider direct beobachten kann.

Es waren die Arbeiten von Watts über das Spektrum des Kohlenstoffes, welche Wüllner auf die große Aehnlichkeit dieses Spektrums mit dem Bandenspektrum des Wasserstoffes aufmerksam machten und ihn veranlaßten, seinerseits eine Anzahl kohlehaltiger Gase, Verbindungen von Kohlenstoff mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff zu untersuchen.

Die Beobachtungen wurden mit einem Merz'schen Prisma angestellt, dessen Ablenkungswinkel für die drei Wasserstofflinien folgende waren: $H\alpha$ 61° 42′ 45″, $H\beta$ 65° 7′ 30″, $H\gamma$ 67° 24′ 30″. Die Geißlerschen Röhren waren in der Mitte capillar und auf der einen Seite mit einer Luftpumpe, auf der andern aber durch den Trockenapparat mit dem Gasbehälter verbunden. Der Druck konnte vom minimalsten Werthe bis 800 Millim. variiren. Die wesentlichen Ergebnisse sind folgende:

Reine Kohlensäure gab in der langen Capillarröhre bei so minimalem Drucke, daß sowohl Oeffnungs- als Schließungsstrom durch dieselbe ging, ein äußerst farbenglänzendes, reich schattirtes Spektrum, im Roth ziemlich scharf bei 61° 37′ mit drei weniger hellen rothen Feldern beginnend, zwischen denen zwei fast ganz dunkle Zwischenräume liegen; unmittelbar an das dritte Feld schließt sich bei 62° 19′ ein breites orangefarbenes an, dem ein gelbes bis grüngelbes, reich schattirtes folgt; weiterhin erblickt man ein helles gelbgrünes, sehr schön cannelirtes Feld bei 63° 10′, und nach einem weniger hellen und reich schattirten Felde folgt dann bei 64° 7′ ein helles grün schraffirtes Feld, dem sich mehrere weniger helle und an Helligkeit wechselnde Partien anschließen, bis bei 65° 14′ wieder ein schön helles blaues, ebenfalls schraffirtes Feld auftritt, hinter dem sich noch mehrere Felder und zwei Cannelirungen, eine blaue und eine violette befinden, womit das Spektrum

bei 67° 19′ endigt. In kürzeren Röhren ließ sich das Spektrum noch weiter ins Violett verfolgen; die letzte violette Cannelirung begann erst bei 68° 46′.

Dieses Spektrum hält sich ziemlich unverändert bis zu einem Drucke von mehreren Millimetern. Bisweilen macht es, meist nach längerem Durchgehen des Stromes, einem andern, dem des Kohlenoxydes ähnlichen Bandenspektrum Platz. Es zeigt nämlich dann das bei 62° 19′ beginnende orange Feld dieselbe Schraffirung, wie im vorigen Spektrum die gelbgrüne, grüne und blaue Cannelirung; die zweite Cannelirung im Violett des vorigen Spektrums, sowie das vorletzte helle Feld erscheinen nach dem brechbaren Ende verschoben, und die hellsten Theile der Cannelirung sind ähnlich schraffirt, wie im Orange, Grün und Blau.

Bei allmäliger Steigerung des Druckes nimmt das beschriebene Bandenspektrum an Helligkeit und Ausdehnung allmälig ab, und es ist von Wüllner die Reihenfolge, nach welcher die einzelnen Theile verlöschen, genau beschrieben worden; über 200 Millim. hinaus findet jedoch wieder eine Zunahme der Helligkeit statt, es geht aber das Spektrum in ein solches zweiter Ordnung über, wie bei niederem Drucke, wenn man eine Leidener Flasche in den Inductionsstrom einschaltet. An die Stelle der grünen Cannelirung treten zunächst vier gleichweit abstehende Linien, deren erste aber nicht mit der früheren Grenze der grünen Cannelirung zusammenfällt; die blaue Cannelirung ist ganz verschwunden, dafür wird weiter rechts eine Gruppe von 4 Linien sichtbar. Bis 300 Millim. sind fast nur diese beiden Liniengruppen sichtbar; darüber hinaus erscheint aber, wiewohl in Linien aufgelöst, die grüne Cannelirung wieder. So bleibt im Wesentlichen die Erscheinung bei wachsendem Drucke, so lange es möglich ist, den Strom durch die Röhren zu führen, welche Grenze in kleinen Röhren bei etwa 470, in längeren bei 380 Millim. liegt. Doch nimmt bei den höheren Drucken die Helligkeit zu und man erblickt im Hintergrunde eine schwache, continuirliche Beleuchtung mit den einzelnen Gruppen des Plücker'schen Sauerstoffspektrums.

Wenn der Inductionsstrom längere Zeit durch längere Röhren mit Kohlensäure unter minimalem Drucke durchgegangen ist, so wird unter Abscheidung von etwas Kohle das vorher

weiße Licht im capillaren Theile bläulich und dunkel und statt der grünlich gefärbten Schichtung im weiteren Theile hat man bläulichweißes, ungeschichtetes Licht. Das Spektrum zeigt dann bloß die gelbgrüne, grüne und blaue Cannelirung des ersten Spektrums, allenfalls auch noch die erste violette; Roth und Gelb fehlen. Die Erscheinung gleicht ganz dem Bandenspektrum, welches in Sauerstoffröhren bei minimalem Drucke beobachtet worden ist, und daher ist dieses Spektrum dem Kohlenstoff zuzuschreiben.

Bei noch längerem Durchgange des Stromes trat keine Aenderung ein; wurde aber eine Leidner Flasche eingeschalten, so entstand ein reiches Linienspektrum, das auch nach Beseitigung der Flasche bestehen blieb und aus zwei hellen Linien im Gelb und sieben Liniengruppen in Grün und Blau bestand. Dasselbe stimmt auch in der Lage der Linien mit dem zweiten bei minimalen Drucken beobachteten Sauerstoff-Spektrum überein, gehört aber unzweifelhaft der Kohle an, da es bei der Kohlensäure auch bei höherem Drucke und außerdem auch bei anderen Kohlenstoffverbindungen angetroffen wird.

Dasselbe Linienspektrum, welches ohne Flasche bei einem Drucke von mehr als 200 Millim. auftritt, zeigt sich auch bei einem Drucke von 12 Millim., wenn man eine Flasche einschaltet, ganz ähnlich wie beim Stickstoff bei höheren Drucken auch ohne Flasche ein Spektrum zweiter Ordnung auftritt. Wenn der Druck über 20 Millim. steigt, so wird der ganze Hintergrund schwach continuirlich leuchtend, und es treten neue Linien, größtentheils dem Spektrum bei minimalem Druck angehörig, auf. Die Helligkeit des Hintergrundes wächst mit wachsendem Drucke mehr und mehr, neue Liniengruppen des vorigen Spektrums treten auf; daneben auch Linien des Plücker'schen Sauerstoff-Spektrums; bei 50 Millim. hört der Durchgang der Elektricität auf.

Abgesehen von dem Plücker'schen Sauerstoffspektrum kann man also in den ziemlich verwickelten Erscheinungen, welche die Kohlensäure darbietet, „zwei Bandenspektren unterscheiden, zwei Linienspektren und zuletzt das ganz continuirliche Spektrum. Die beiden Bandenspektren erscheinen nur bei Entladungen ohne Flasche vollständig ausgebildet bei geringem Drucke. Bei zunehmendem Drucke bleibt von beiden derselbe, anfänglich aus

sechs, später aus drei Cannelirungen bestehende Rest. Die beiden Linienspektren entstehen sowohl ohne als mit Flasche; das eine, wesentlich aus drei Liniengruppen bestehende, ohne Flasche bei Drucken, die 200 Millim. überschreiten, mit Flasche bei niedrigen Drucken, das zweite ohne Flasche bei minimalem Drucke und mit Flasche bei Drucken, bei denen die Linien der Kohlenstoffspektren noch nicht in dem hellen Hintergrunde versunken sind. Das continuirliche Spektrum schließlich bei den höchsten erreichten Drucken."

Analoge Erscheinungen fand Wüllner auch beim Kohlenoxydgas. Auch hier war ein Bandenspektrum, zwei Linienspektren und ein ganz continuirliches Spektrum zu beobachten. Die beiden Linienspektren bilden sich unter denselben Umständen: das eine, aus drei Gruppen bestehende, ohne Flasche bei höheren Drucken, mit Flasche bei geringerem Drucke, das andere mit Flasche bei minimalem Drucke und bei höheren Drucken. Der Uebergang ins continuirliche Spektrum erfolgt nicht durch Verbreiterung der Linien, sondern indem der Hintergrund allmälig immer heller wird, bis die Linien des Kohlenspektrums in diesem Hintergrunde versinken.

Auch beim Aethylen sind, die Wasserstofflinien Hα, Hβ und Hγ nicht mit gezählt, vier verschiedene Spektra zu unterscheiden: „das Bandenspektrum, zusammengesetzt aus dem Bandenspektrum des Wasserstoffes und denselben charakteristischen Cannelirungen, welche schon die beiden andern Gase zeigten, und welche in gewissen Drucken ganz allein sichtbar blieben, selbst als das Aethylen mit dem doppelten Volumen Wasserstoff gemischt war; die beiden früher schon erkannten Linienspektren, und schließlich das continuirliche Spektrum."

Wenn man die Erscheinungen, welche die drei bis jetzt erwähnten Körper darbieten, vergleicht, so erkennt man, daß die charakteristischen Cannelirungen der Bandenspektren, sowie die Linienspektren der Kohle angehören.

Grubengas verhielt sich wie ein Gemisch von Aethylen und Wasserstoff; beim Durchgang des Stromes zeigte sich ein starker Abstoß von Kohle.

Cyan wurde zwar nur ziemlich lückenhaft untersucht, doch war auch hier ein Bandenspektrum mit den charakteristischen

Cannelirungen im grünen und blauen Theile erkennbar, wie bei den andern Gasen. Diese Cannelirungen sind, wie schon erwähnt, für die Kohle charakteristisch, wenn auch ihre specielle Ausbildung von der Natur der mit der Kohle verbundenen Elemente mit abhängt. Das Spektrum der kohlehaltigen Gase ist aber namentlich im Roth und Gelb von den anderen Bestandtheilen bestimmt und bei Stickstoff und Wasserstoff ist hier fast nur das Spektrum des zweiten Bestandtheiles sichtbar.

Was die Ansicht Angströms anlangt, daß das eine Wasserstoffspektrum vom Schwefel und das andere von einer Kohlenstoffverbindung herrühre, so macht Wüllner dagegen geltend, daß die von Angström hervorgehobene Uebereinstimmung zwischen den Linien des Wasserstoffs und denen des Schwefels so unsicher sei und sich auf so wenig Linien beschränke, daß man mit gleichem Rechte dieses Spektrum auch noch einer Reihe anderer Substanzen zuschreiben könne. Ebensowenig sei durch Untersuchung der Spektren der verschiedenen Kohlenstoffverbindungen eine Uebereinstimmung mit den Wasserstoffspektren nachgewiesen worden, welche sogar beim Aethylen und Grubengase in verschiedenen Formen neben den Kohlenspektren auftreten.

Auf der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte hat übrigens Wüllner noch eine Mittheilung über seine Versuche über die

Entstehung der verschiedenen Spektra der Gase

gemacht. Frühere Beobachtungen hatten es wahrscheinlich gemacht, daß das Linienspektrum sich zeigt, wenn der Funke auftritt, das Bandenspektrum bei funkenloser Entladung. Um nun diese Vermuthung zu prüfen, wurde eine cylindrische, 2 Centim. weite und 10 Centim. lange Röhre, welche in gewohnter Weise mit Ansatzröhren und Glashähnen versehen war, statt der üblichen Spektralröhren benutzt. Um die Entladungen ihrer Art nach zu erkennen, wurden sie im rotirenden Spiegel beobachtet und gleichzeitig wurde auch im Spektrometer bei jeder Entladung das Spektrum bestimmt. Obige Vermuthung zeigte sich dann durchaus bestätigt. Bei Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff erhielt man keine Spur eines Linienspektrums, so lange im rotirenden Spiegel kein Funke zu erkennen war, sondern man sah beim Stickstoff und

Wasserstoff nur die bekannten Bandenspektra, beim Sauerstoff ein hellgrünes Feld, welches zu lichtschwach war, um einzelne Banden erkennen zu lassen. Sobald aber der erste eigentliche Funke übersprang, traten Linien des Linienspektrums auf, an Zahl immer zunehmend, je heller und ausgebildeter der Funke war. Auf diese Weise war es möglich, in der weiten Röhre allmälig sämmtliche Verschiedenheiten der Gasspektra im Einzelnen zu verfolgen.

Eigenthümlich war die Entladung im Wasserstoff. Hier trat nämlich die Bildung des Funkens zuerst an der positiven Elektrode ein und die Funkenentladung reichte bis etwa in die Mitte der Röhre, wo der Funke in die funkenlose Entladung überging. Bei steigendem Drucke zeigte sich der Funke an beiden Elektroden, in der Mitte der Röhre dagegen nicht; erst bei Atmosphärendruck ging der Funke durch die ganze Röhre.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich auf Grundlage der Zöllner'schen Entwickelungen über die Abhängigkeit der Lichtemission vom Drucke der strahlenden Schicht (Jahrg. VII des Jahrb. S. 128) eine Erklärung der mehrfachen Spektra der Gase. Im Funken sind es nur einzelne Moleküle, welche Licht aussenden; deshalb sind im Spektrum desselben nur die absoluten Maxima des Emissionsvermögens in Form von scharfen Linien vorhanden, während bei der funkenlosen Entwickelung immer eine mehr oder minder dicke Schicht von Gasmolekülen ihr Licht aussendet.

Die Spektra des negativen Glimmlichtes sind im Wesentlichen die Bandenspektra des Gases, gemischt mit Linien des Linienspektrums.

Umkehrung der Spektrallinien von Metallen. Durch einen Zufall kam A. Cornu zu einer Umkehrung der photographisch wirksamsten, dreifachen Linie im Magnesiumlichte, die im ultravioletten Theile des Spektrums zwischen H und L liegt. Beschäftigt, diese Linie zu photographiren, wandte er einmal zur Erzeugung des elektrischen Lichtes eine sehr kräftige Säule und einen starken Inductionsapparat an; dabei zeigte sich denn, daß es nothwendig war, die Expositionszeit beträchtlich zu vergrößern, wenn ein deutliches Bild entstehen sollte, und in dem photographischen Bilde waren die beiden am wenigsten brechbaren Linien breit und mit verwaschenen Rändern sichtbar und

außerdem war eine jede von ihnen in der Mitte mit einer dunkeln Linie durchzogen, so daß eigentlich fünf Linien statt der gewohnten drei vorhanden waren. Diese dunkeln Linien in den verbreiterten beiden Linien erkannte er als Umkehrungen der ursprünglichen Linien, wobei es ihn anfangs allerdings befremdete, daß diese dunkeln Absorptionslinien nur bei zweien von den drei Linien auftraten. Indessen erinnerte er sich einer Beobachtung von Secchi vom Mai 1869, wo dieser Astronom im Spektrum eines Sonnenfleckes eine Umkehrung der einen (am wenigsten brechbaren) der drei Magnesiumlinien, welche b bilden, wahrnahm. Cornu wurde dadurch zur weitern Verfolgung der Sache veranlaßt, und es gelang ihm, auf einem und demselben photographischen Papier die umgekehrten oder die normalen Streifen nach Belieben abzubilden. Um die Coincidenz beider zu constatiren, hat man nur nöthig, die eine Hälfte des Spaltes vor dem Spektroskop zu verdecken, während man den Funken eines kräftigen Inductionsapparates zwischen den Magnesiumelektroden überschlagen läßt, dann aber die andere Hälfte des Spaltes zu verdecken und einen schwachen Funken übergehen zu lassen.

Nachdem die Umkehrung der ultravioletten Linien außer Zweifel gesetzt war, versuchte Cornu auch die Magnesiumlinie b umzukehren, kam aber mit dem Funken einer kräftigen Inductionsspirale nicht zum Ziele, selbst als er 24 Plattenpaare, zu 12 mit doppelter Oberfläche combinirt, in Anwendung brachte. Dagegen gelang der Versuch mit dem elektrischen Lichtbogen einer Batterie von 50 Elementen. Als positiven Pol nimmt man eine Kohlenscheibe von 6 bis 8 Centimeter Durchmesser, in welche man kleine Vertiefungen zur Aufnahme des Metalles gräbt; zunächst senkt man den darüber befindlichen negativen Pol und hebt ihn erst wieder, wenn man einen Lichtbogen von 4 bis 5 Millim. erhalten hat. Mittels einer Linse wirft man das Bild des Lichtbogens auf den Spalt des Spektroskops und stellt genau ein. Nun senkt man die obere Kohle wieder, die Linien werden breiter, ihre Ränder erscheinen verwaschen und bald bemerkt man in der am wenigsten brechbaren eine äußerst zarte schwarze Linie; nähert man die Kohlen einander noch mehr, so tritt auch bei der zweiten und endlich bei der dritten Linie b die Umkehrung ein.

Merkwürdigerweise tritt diese Umkehrung nicht bei allen Linien zugleich ein; so konnte Cornu namentlich bei der schönen violetten Linie, die ungefähr in der Mitte der erwähnten beiden dreifachen liegt, keine Spur von Umkehrung wahrnehmen. Ueberhaupt gelang ihm die Umkehrung nur bei den Linien, welche dem Lichte angehören, das von dem Dampfe des glühenden Metalles ausgeht.

Später hat Cornu bei anderen Metallen dieselben Versuche gemacht, und es ist ihm bei den folgenden Linien die Umkehrung geglückt. Die Ordnung der Metalle entspricht ungefähr der Leichtigkeit der Umkehrung. Die Linien sind durch ihre Wellenlängen, ausgedrückt in Milliontel Millimetern, charakterisirt.

Natrium .	die Linie D	589
Thallium .	die grüne Linie	535
Blei . . .	die violette Linie	406
Silber . .	grüne Linien	546
		521
	violette Linie	424
Aluminium	violette Linien zwischen H_1 und H_2 . . .	396
		394
Magnesium	dreifache grüne Linie, die am wenigsten brechbare	518,30
	dreif. ultraviolette Linie bei L die am wenigsten brechbare	383,78
Cadmium .	grüne Linie	509
	grünblaue Linie	480
	blaue "	467,7
Zink . .	grüne Linie	481
	" "	472
	blaue "	467,8
Kupfer . .	grüne Linie	510.

Eisen, Kobalt, Wismuth und Gold ließen keine Umkehrung erkennen.

Die Salze der Alkalien, namentlich die Chlorverbindungen, geben sehr leicht die Umkehrung der hellsten Linie. Beim Chlornatrium beobachtet man die Erscheinung besonders schön bei den Linien 588 und 422, bei Chlorlithium dagegen bei 670 und 458.

Die Umstände, unter denen die Umkehrung bei diesen Versuchen beobachtet worden ist, bestätigen vollständig die An=

sicht, daß dieselbe eine Absorptionserscheinung ist. Der Versuch gelingt nur, wenn man die Kohlen sehr nahe an einander bringt, so daß auf kleinem Raume eine große Menge Dampf entwickelt wird. Im Centrum haben wir eine sehr hohe Temperatur und lebhafte Lichtstrahlung, die Spektrallinien erscheinen daher breit und glänzend. Rings herum sind weniger heiße Schichten, die auch weniger intensive Strahlen aussenden, die aber dafür genauer nach ihrer Wellenlänge bestimmt sind. Sind nun diese Dampfschichten hinlänglich dick, um die Absorption des vom Centrum ausgehenden Lichtes zu bewirken, so erscheinen ganz feine Absorptionslinien. Dieselben würden breiter werden, wie dies auch beim Natrium eintritt, wenn man die Temperatur erhöhen wollte.

Die Umkehrung der Natronlinien D in Folge der Absorption des Lichtes in der eigenen Flamme ist von W. Hankel beobachtet worden (Ber. über die Verh. der sächs. Ges. d. W. Math. phys. Classe 1871, S. 307). Bei Beobachtung der Flamme, welche durch Verdampfen eines Natronsalzes in der Flamme eines Bunsen'schen Brenners bei möglichst niedriger Temperatur entsteht, erscheinen mit einem sehr vollkommenen Spektralapparate und bei sehr großer Enge des Spaltes die beiden orangegelben Linien eben so fein, wie die ihnen entsprechenden Linien D im Sonnenspektrum. Bei erhöhter Temperatur aber verbreitern sich die Linien, so daß schließlich zwischen den beiden hellen Streifen ein dunkler Raum, etwa von der halben Breite eines Streifens übrig bleibt. Es läßt sich daher erwarten, daß wenn das Licht von dem heißeren Theile der Natronflamme durch die weniger erhitzte Umgebung dringt, diejenigen seiner Strahlen, welche in ihrer Brechbarkeit mit den von der weniger heißen Umgebung ausgesandten übereinstimmen, eine Absorption erleiden; diese trifft den mittleren Theil der beiden orange Streifen, und es wird daher in jedem derselben eine dunkle scharfe Linie, genau entsprechend den scharfen orange Linien im Spektrum der weniger heißen Natronflamme, zum Vorschein kommen.

Diese Beobachtung hat Hankel in der That gemacht. Er benutzt dazu ein oder noch besser zwei Prismen von dem sehr bleihaltigen Glase von Merz, dessen Brechungsindex für D 1,7513 beträgt; zur Beobachtung der Spektrallinien dient ein

Fraunhofer'sches Fernrohr, das, bei nahe 30facher Vergrößerung, ausgezeichnet scharfe Bilder giebt.

Wird nun in die vor dem Spalte stehende Flamme eines mit einem Schornsteine versehenen Bunsen'schen Gasbrenners, oder noch besser in die Flamme eines mit Gebläse versehenen (zum Glasblasen dienenden) Gasbrenners eine Perle aus Chlornatrium oder kohlensaurem Natron eingetaucht, so zeigt bei starkem Leuchten jeder der beiden verbreiterten orange Streifen eine scharfe dunkle Linie. Diese dunkeln Linien entsprechen genau den D-Linien des Sonnenspektrums, wie man erkennt, wenn man gleichzeitig schwaches Sonnenlicht durch den Spalt einfallen läßt. Auf dem mäßig erleuchteten Grunde des Sonnenspektrums erscheinen dann hell die orange Streifen des Natronlichtes und in ihrer Mitte sieht man, genau an der Stelle der D-Linien die scharfen dunkeln Linien. Bei Verdampfung des Natronsalzes in der Flamme ist es nöthig, die Intensität des Sonnenlichtes bis auf etwa $^1/_{20}$ abzuschwächen, um die breiten Natronstreifen hell hervortreten zu sehen.

Hankel giebt weiter an, daß wenn Chlorlithium in der Flamme des Gebläses verdampft, er nur einen schmalen rothen Streifen ohne dunkle Linie in der Mitte wahrzunehmen vermöge; „wird aber bis auf $^1/_{20}$ seiner Intensität reducirtes Sonnenlicht zugelassen, so erscheint der Streifen leuchtend auf dem Grunde des Sonnenspektrums und in seiner Mitte gelingt es, eine sehr feine schwarze Linie zu erkennen, welche gleichfalls der Absorption der betreffenden Strahlen in den äußeren, weniger erhitzten Schichten ihre Entstehung verdankt."

Spektrum des Blitzes. Während eines heftigen Gewitters am Abende des 2. Sept. 1871 konnten H. Vogel und Lohse in Bothkamp das Spektrum der Blitze genauer untersuchen. Die Blitze waren meist Flächenblitze, welche oft mehrere Sekunden lang die Gegend tageshell erleuchteten. Schon in kleinen Spektroskopen war bei den meisten Blitzen eine große Anzahl heller Linien und Banden zu erkennen; besonders hell waren die Linien im Grün und Blau und unter diesen wieder am intensivsten die Dopellinie des Luftspektrums (5003 Zehnmilliontel Millim. Wellenlänge). Auch im rothen Theile des Spektrums gab es bei vielen Blitzen recht helle Linien (vergl. die Beobachtungen von Kundt, Jahrg. V des Jahrb. S. 112).

Es gelang auch mit einem größeren Spektralapparate die Lage der hellsten Linien (bis etwa 5 Zehnmilliontel Wellenlänge zuverlässig) zu bestimmen. Die erhaltenen Zahlen sind folgende:

	Wellenlänge	Zahl der Beobachtungen	
1.	5341	1	schwache Linie
2.	5184	1	ziemlich helle Linie
3.	5002	5	sehr helle Linie, vorher eine schwächere
4.	4860	2	helle Linie
5.	4673 bis 4583	2	breites, helles Lichtband.

Ein zweites breites Lichtband befand sich in der Nähe von G; die Linien im Roth waren zu schwach zur Messung.

Die Linie 1 findet sich im Spektrum des Sauerstoffes, 2, 3 und 5 im Spektrum des durch atmosphärische Luft schlagenden eletrischen Funkens, 4 ist mit der Wasserstofflinie $H\beta$ identisch. Die Anwesenheit der Sauerstoff- und Wasserlinie scheint eine Zersetzung des Wasserdampfes durch den Blitz anzudeuten.

Uebrigens gaben nicht alle Blitze dieses Linienspektrum: einige zeigten helle Linien auf continuirlichem Grunde, auf dem alle Spektralfarben vertreten waren, noch andere hatten ein continuirliches Spektrum ohne Linie. Auch die Blitze mit Linienspektrum waren in sofern verschieden, als sich bei einigen helle Linien bis ins Roth erstreckten, während bei anderen sich nur im Grün und Blau solche fanden.

Das Spektrum der Dämmerung, welches Piazzi Smyth durch Analyse des Lichtes am Nordosthimmel erhielt, nachdem die Sonne 18° unter den Horizont gesunken war, besteht aus einem schmalen Lichtstreifen, etwa einer Wellenlänge von 5300 Zehnmilliontel Millimeter entsprechend, während das gewöhnliche Sonnenspektrum nach Fraunhofer sein Maximum bei etwa 5620 hat. Auch wurde diese Angabe Fraunhofer's insofern bestätigt, als sich bei künstlicher Dämpfung des Sonnenspektrums der letzte Rest desselben bei allmäligem Verschwinden bei 5700 zeigte. Das Zwielichtspektrum ist sonach nicht mit dem allmälig verschwindenden Sonnenspektrum identisch, hat aber dafür Aehnlichkeit mit dem Spektrum der Corona der Sonne, dessen Hauptlinie bei 5300 liegt, und von dem Lockyer nachgewiesen hat, daß die Anzahl seiner Linien abnimmt, bis

schließlich mit zunehmender Entfernung vom Sonnenrande nur ein blasses continuirliches Spektrum übrig bleibt. Smyth gründet darauf die Vermuthung, daß dieses Licht der späten Dämmerung von einer weiter nach außen gelegenen Sonnenhülle herrühre.

Spektrum der Atmosphäre. Der Astronom Maclear hat neuerdings darauf aufmerksam gemacht, daß eine genaue Beobachtung des Spektrums der Atmosphäre uns interessante meteorologische Aufschlüsse über die jeweilige Zusammensetzung der Luft, ihren Gehalt an Wasserdampf &c. verspricht. Von Interesse in dieser Hinsicht sind die Beobachtungen, die er auf seiner Reise nach Indien (zur Beobachtung der letzten Sonnenfinsterniß) angestellt hat. „Als wir England verließen", berichtet er, „und eine ganze Strecke im mittelländischen Meer, erstreckte sich das Spektrum, wie es sich bei Sonnenaufgang zeigte, gewöhnlich von B im Roth bis zur Linie G im Violett. Aber bedeutende Unterschiede boten die Absorptionslinien je nach Beschaffenheit des Wetters, oder vielleicht richtiger nach Beschaffenheit des Himmels bei Sonnenaufgang. Wenn die Sonne zwischen gelb gefärbten Wolken aufging, waren die Absorptionsstreifen bei B und C, zwischen C und D und bei D ungemein deutlich ausgeprägt; zu gleicher Zeit erstreckte sich das blaue Ende nicht so weit wie gewöhnlich, was bewies, daß im Blau eine größere Absorption vorhanden war, während wahrscheinlich die größere Menge von Wasserdampf in der Luft die rothen und gelben Strahlen reflektirte. In diesen Fällen änderte sich gewöhnlich die Farbe der Wolken kurz nach Sonnenaufgang in ein rosiges Roth. Ein klarer Sonnenaufgang hingegen zeigte eine starke Entwickelung des blauen Endes, während die Absorptionsstreifen bei B, C und D weniger scharf waren, als ob das rothe und gelbe Licht nicht so kräftig wäre, um die dunkeln Linien durch den Contrast hervortreten zu lassen."

Maclear berichtet dann weiter, daß im Suezcanal und im Rothen Meere das Luftspektrum sich bloß von ein wenig jenseits C bis zu $^1/_3$ zwischen F und G erstreckte, und er sucht den Grund dieser Absorption in einem leichten Dunstgehalte der Luft; eine Bestätigung dieser Ansicht glaubt er in der schönen Purpurfarbe zu finden, in der die fernen Berge erscheinen, „als ob die violetten Strahlen stark absorbirt wären und die rothen gleichfalls, aber in geringerem Grade, während

die Abwesenheit des Wasserdampfes fast alle gelben Strahlen hindurchtreten ließ."

Im Indischen Ocean zeigte sich das Blau stark reducirt, das Roth aber erstreckte sich bis A; die Absorptionsstreifen des Wassers waren sehr stark, zweimal morgens konnten die Linien D_1 und D_2 in der sie umgebenden dunkeln Masse kaum unterschieden werden, die Linien in der Nähe von C und C_1 (γ nach Brewster) waren scharf und deutlich.

Bei der Annäherung an Indien zeigte sich eine andere Veränderung im Spektrum: das Blau blieb weiter absorbirt, so daß das Spektrum jenseits F bei Sonnenaufgang kaum sichtbar war; aber das Blaugrün war sehr hell, die dunkeln Streifen zwischen b und F wurden sehr deutlich und die Linien, welche beim Theilstriche 1825 der Kirchhoff'schen Skala beginnen, waren so deutlich und scharf, daß man sie hätte für F halten können; die F näherstehenden erschienen als ein schwarzes Band, weit breiter als 1825. Ging die Sonne klar und wolkenfrei auf, so waren die Absorptionsstreifen des Wasserdampfes bei D weniger deutlich, während die atmosphärischen Streifen von D bis E, sowie die jenseits b deutlich und scharf waren. Wenn aber die Sonne zwischen Wolken aufging, die gewöhnlich anfangs goldgelb, später rosa und roth gefärbt waren, so erschienen die Linien zwischen B und D sowie die unmittelbar hinter D liegenden scharf, während von E bis in die Nähe von F das Spektrum weniger klar war.

Als Maclear nach der Finsterniß auf den Neilgherries, in 6000 Fuß Höhe überm Meere, bei etwas nebligem Wetter, das Spektrum der Atmosphäre beobachtete, war die starke Linie bei 1825 der Kirchhoff'schen Skala fast ganz verblichen. Einige Tage später, bei der Reise von den Ghats nach Bombay hinab, wurde er durch die blaue Farbe des über den Thälern lagernden Nebels überrascht; das Blau im Spektrum dieses Nebels erstreckte sich weiter als gewöhnlich, die Linien b und F waren deutlich.

Auf der Rückreise bestätigten sich die auf der Hinreise im Indischen Ocean, im Rothen Meere und Suezcanal gemachten Wahrnehmungen. Von Alexandrien bis Southampton war zwar das Wetter stürmisch und schlecht, Maclear erhielt aber doch folgende Resultate: Bei wolkigem Himmel zur Zeit

des Sonnenaufganges und beim Erscheinen nassen Wetters waren die Streifen von B bis jenseits D stark, das blaue Ende aber war bedeutend absorbirt, die Linien von b bis F erschienen weniger deutlich. Umgekehrt war es bei klarem Wetter. In höherer geographischer Breite aber dehnte sich das blaue Ende des Spektrums aus und die Streifen jenseits F, namentlich die bei 2330 der Kirchhoff'schen Skala wurden deutlich, während die Streifen 1825 und 1890 allmälig verblaßten, so daß ihre Intensität nicht $^1/_4$ mehr von der im Indischen Ocean beobachteten betrug.

Empfindlichkeit des Auges gegen Intensitätsunterschiede von Farben.

Nach Fechner's psychophysischem Grundgesetz steht der kleinste, dem Auge eben wahrnehmbare Unterschied in der Lichtintensität in einem constanten Verhältnisse zu der letzteren, so daß also bei doppelter Intensität auch ein solcher Unterschied doppelt sein muß, um wahrnehmbar zu sein. Früher hatte man nur für das weiße Licht Versuche angestellt und gefunden, daß der kleinste wahrnehmbare Werth des Helligkeitsunterschiedes zweier neben einander liegenden hellen Flächen im Mittel $^1/_{100}$ beträgt, daß man aber unter sehr günstigen Verhältnissen auch $^1/_{150}$, ja selbst noch $^1/_{160}$ zu erkennen vermag.

Für farbiges Licht hat zuerst Aubert (Physiologie der Netzhaut, Breslau 1865) darauf bezügliche Experimente angestellt; indessen operirte er mit Pigmentfarben, bei denen man nicht im Stande ist, sie rein darzustellen und ihre Helligkeit nach Belieben zu variiren. Zweckmäßiger erscheint es, Spektralfarben zu benutzen, weil man hier die Helligkeit angeben und nach Belieben abstufen kann.

Derartige Versuche sind nun nach einer von Helmholtz angegebenen Methode von S. Lamansky angestellt worden. Mittels eines Spektroskopes mit zwei Spalten (aber ohne Fernrohr) wurde irgend eine Farbe des Sonnenspektrums abgesondert, dieses Licht dann durch einen Satz planparalleler Glasplatten polarisirt und hierauf durch ein doppeltes Kalkspathprisma beobachtet. Die erhaltenen zwei farbigen Bilder lagen dicht neben einander, so daß man ihre Helligkeiten leicht vergleichen konnte

und letztere wiederum waren abhängig von dem Winkel, unter dem das ursprüngliche Licht die polarisirenden Platten traf. Als Grenzwerthe für die Fähigkeit seines Auges, Intensitätsverschiedenheiten in den einzelnen Spektralfarben zu erkennen, fand Lamansky folgende Zahlen:

Violett	$^1/_{109}$
Blau	$^1/_{212}$
Grün	$^1/_{286}$
Gelb	$^1/_{286}$
Orange . . .	$^1/_{78}$
Roth	$^1/_{70}$.

Neuerdings sind auch von Dobrowolsky in den Monatsber. der Ak. d. W. zu Berlin (Febr. 1872) die Ergebnisse derartiger Beobachtungen mitgetheilt worden. Dobrowolsky findet für die Empfindlichkeit seines Auges die Zahlen:

für Roth bei A	$^1/_{14}$
" " " B	$^1/_{19,76}$
" " " C	$^1/_{25,16}$
" Orange zwischen C und D . .	$^1/_{33.16}$
" Goldgelb bei D	$^1/_{45,77}$
" Grün zwischen D und E . .	$^1/_{58,7}$
" Blaugrün zwischen E und b .	$^1/_{67,33}$
" Cyanblau bei F	$^1/_{131,6}$
" Indigo nahe bei G	$^1/_{268}$
" Violett zwischen G und H . .	$^1/_{268}$
" " bei H	$^1/_{67,33}$

Rücksichtlich der letzten Zahl ist indessen zu bemerken, daß die Lichtintensität nicht stark genug zu gewinnen war, um sicher zu sein, daß das Maximum der Empfindlichkeit erreicht war.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges vom Roth nach dem Violett hin wächst, nur für das Violett selbst oder wenigstens für die äußersten Partien desselben scheint wieder eine Abnahme einzutreten. Es stimmt das überein mit der von Purkinje, Dove, Helmholtz constatirten Thatsache, daß Blau schon bei schwächerem Lichte sichtbar ist, als Roth; in Bildergallerien verschwinden beim Einbruch des Abends zuerst die rothen Farben, nachher erst die blauen. Ferner sind die Seitentheile der Retina ganz rothblind, unter den Farbenblinden sind die Rothblinden am häufigsten, und es liegen klinische Beobachtungen vor, welche dafür sprechen, daß bei der beginnenden

Atrophie des Sehnerven das Auge zuerst für das Roth und erst später für die andern Farben blind wird.

Lamansky hat übrigens noch auf andere Art sich davon überzeugt, daß die Empfindung für Roth sehr träge ist. Er bestimmte nämlich die Zeit, welche zur Wahrnehmung der verschiedenen Farben nöthig ist, wobei er sich einer Methode bediente, die früher Sigmund Exner bei seinen Arbeiten „über die zu einer Gesichtswahrnehmung nöthige Zeit" angewandt hat[1]). Dabei ergab sich denn, daß bei Roth (Pigmentfarbe) die Dauer der Reizung immer wenigstens dreimal größer war, als für Blau.

Wärmelehre.

Ein neues Luftthermometer von Regnault.

Dasselbe besteht aus einem cylindrischen Rohre aus Silber, welches an dem einen Ende geschlossen, am andern aber mit einem kleinen Tubulus versehen ist, in welchen man mit Silberloth eine capillare Silberröhre einlöthet, welche bis zu dem Beobachtungsraume hinreicht, wo das freie Ende mittels einer Tubulatur mit einem Manometer verbunden ist, welches die Spannung der Luft im Luftthermometer mißt.

Durch diese Anordnung wird es möglich, auf einem kleinen Raum neben einander die Angaben einer großen Zahl von Thermometern zu überblicken, deren Gefäße an sehr verschiedenen Orten aufgestellt sind, was insbesondere für botanische und agronomische Studien von Wichtigkeit ist, wo es sich um Messung der Temperatur in allen Regionen handelt, in denen sich wesentliche Organe der Pflanze befinden, wie der verschiedenen Erd- und Luftschichten.

Um die capillaren Silberröhren herzustellen, gießt man geschmolzenes Silber in eine Stangenform, welche demselben die Gestalt eines hohlen Cylinders von 10 bis 12 Millimeter äußerem Durchmesser und 2 bis 3 Millimeter innerer Weite

[1]) Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. 58, Heft III. — Carl's Rep. VI, S. 242.

giebt. Dieser Cylinder wird auf einem gut polirten Stahldrahte in die Länge gedehnt, wodurch die innere Weite nur wenig geändert wird; hat er eine bestimmte Länge erreicht, so zieht man ihn wie einen vollen Draht mittels des Zieheisens aus, indem man ihn öfters ausglüht, damit das Silber seine Streckbarkeit behalte. Auf diese Weise kann man das innere Kaliber beliebig klein machen. Für den angegebenen Zweck wird der äußere Durchmesser auf ungefähr 1 Millimeter, das innere Kaliber auf etwa 1/3 Millimeter gebracht. Solche Drähte hat man nach Regnaults Angabe in Paris in einer Länge von 10 bis 20 Metern hergestellt. Sie sind in ausgeglühtem Zustande vollkommen biegsam. Will man zwei verbinden, um eine Röhre von größerer Länge zu erhalten, so schiebt man ihre Enden in eine etwa ein Centimeter lange Silberröhre, in welche sie eben passen, bis sie sich berühren, und löthet sie dann mittels guten Lothes fest. Bevor man aber mehrere Capillarröhren verbindet, hat man sie erst auf ihre Dichtheit zu prüfen. Zu dem Ende wird das eine Drahtende in ein kleines geschlossenes Glasgefäß eingekittet, das andere Ende aber mit einer Druckpumpe in Verbindung gesetzt, mittels der man die Luft im Innern verdichtet. Wickelt man das capillare Rohr, während man es geschlossen hält, spiralförmig zusammen, und bringt es in Wasser, so geben sich die geringsten Undichtheiten durch Aufsteigen von Luftblasen kund. Regnault giebt indessen an, daß sich nur selten ein solcher Fehler zeigt, und daß er seit Jahren solche Silberröhrchen bei seinen Versuchen benutzt, selbst wo der Druck auf 20 und mehr Atmosphären steigt. Capillare Röhren aus Platin und Kupfer dagegen lassen sich nicht fehlerfrei in solcher Länge herstellen.

Das im Beobachtungszimmer aufgestellte Manometer, an welchem die Ablesungen erfolgen, besteht aus zwei am untern Ende mittels eines dreifach durchbohrten Hahnes mit einander communicirenden vertikalen Glasröhren. Die eine Röhre ist oben offen, die andere dagegen geschlossen und nur mittels Tubulus mit dem silbernen Capillarrohr in Verbindung.

Vor der Aufstellung muß das Silberrohr, welches als Luftbehälter dient, und das capillare Rohr mit trockner Luft gefüllt werden. Zu dem Ende bringt man beide mittels der am Ende der capillaren Röhre befindlichen Tubulatur mit einer

kleinen Handluftpumpe in Verbindung, verdünnt die Luft und läßt neue Luft, die durch eine Trockenröhre gegangen, eintreten. Diese Operation wird mehrmals wiederholt. In derselben Weise trocknet man die Luft im Manometer aus, worauf man dasselbe bis zu einer bestimmten Marke — in beiden Schenkeln gleich hoch — mit Quecksilber füllt. Alsdann erfolgt die feste Verbindung des Manometers und des capillaren Rohres durch Einkitten der Tubulatur, welche die Communication beider vermittelt.

Man kann nun entweder die Höhendifferenz des Quecksilbers im Manometer direct messen und daraus mittels einer von Regnault gegebenen Formel (s. die Abhandlung im 40. Bd. der Bibliothéque universelle et Revue Suisse, S. 201—238) die Temperatur des Ortes berechnen, wo sich das Luftreservoir befindet, oder man kann photographische Registrirung anbringen. Die specielle Einrichtung der letzteren können wir hier übergehen.

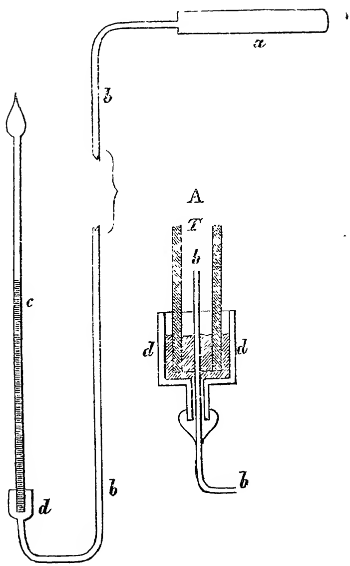
Regnault's neues Weingeistthermometer.

Die Einrichtung desselben ähnelt sehr derjenigen des eben beschriebenen Luftthermometers. An das silberne cylindrische Gefäß a (Fig. 15) ist ein capillarer Silberdraht (d. h. eine capillare Silberröhre) b angelöthet, welcher von dem Orte, wo das Reservoir a sich befindet, bis in den Beobachtungsraum reicht, in welchem die Maßröhre c angebracht ist. Letztere muß gut calibrirt und so weit sein, daß einem Centesimalgrade ungefähr eine Länge von 2 Millim. entspricht. Die Art und Weise, wie Regnault eine möglichst luftdichte Verbindung der Maßröhre c mit der capillaren Röhre b herstellt, ist in der Nebenfigur A skizzirt. Die capillare Röhre b ist in eine messingene Tubulatur d gekittet, in welche die Röhre T fest mit Reibung paßt; das obere Ende von b ragt etwa ein Centimeter über d hinaus. Man gießt in d eine kleine Quantität Lösung von Gummi arabicum im Zustande größter Verdickung im warmen Zustande und überkleidet diese Tubulatur äußerlich mit Harzfirniß, um dem Glase mehr Stabilität zu geben. Das Gummi gerinnt beim Erkalten und haftet fest an der Tubulatur und am Rohre T. Man gießt dann in letzteres noch etwas wasserfreien Alkohol, läßt ihn 24 Stunden darin

und gießt ihn dann ab. Indem derselbe dem Gummi Wasser entzieht, erhöht er noch die Festigkeit.

Ehe man nun die Maßröhre c in der Tubulatur anbringt, füllt man das Reservoir a mit roth gefärbtem Alkohol; nach dem Einsetzen der Röhre c gießt man dann durch das obere, zur Zeit noch offene Ende ebenfalls solchen Alkohol zu und erwärmt nunmehr das Reservoir a, um durch den sich ausdehnenden Alkohol die Luftblasen aus der capillaren Röhre zu entfernen. Man läßt zuletzt soviel Alkohol in dem Apparate zurück, daß derselbe bis etwa zur Mitte der Maßröhre c reicht, wenn man das Gefäß a mit thauendem Eise umgiebt. Dann erwärmt man das Reservoir nochmals, bis die Flüssigkeit in die Erweiterung am obern Ende von c zu steigen beginnt und schließt nun mittels einer Flamme die Spitze der Erweiterung.

Fig. 15.



Die Skala dieses Thermometers ist durch Vergleichung mit derjenigen eines Quecksilber-Normalthermometers zu bestimmen. Zu dem Zwecke wird das Reservoir a nebst der in eine Rolle zusammen gewickelten capillaren Röhre unmittelbar neben das Normalthermometer in einen Wasserbottich eingebracht. Das Wasser wird nach und nach auf die Temperatur von 5, 10, 15, ... Grad gebracht und der jedesmalige Stand des Weingeistes in der Röhre c notirt; in gleicher Weise werden durch Frostmischungen tiefere Temperaturgrade erzeugt. Wenn, wie

gewöhnlich, die Skala einfach in Millimeter eingetheilt ist, so stellt man die gewonnenen Beobachtungsresultate durch eine Curve dar, deren Abscissen die Theile der Millimeterskala des Weingeistthermometers und deren Ordinaten die Angaben des Normalthermometers sind. Man kann dann leicht zu jeder Angabe des Weingeistthermometers die richtige Temperatur finden.

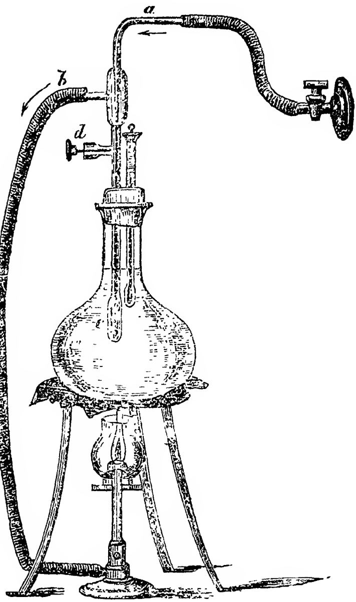
Regnault hat darauf aufmerksam gemacht, daß man solche Thermometer mit Silbergefäß — gleichviel ob Luft- oder Weingeistthermometer — zur Beantwortung von mancherlei Fragen benutzen kann: wenn man mehrere, in verschiedenem Grade polirt, neben einander der Sonne aussetzt, kann man den Einfluß der Politur ermitteln; ebenso kann man die Silbergefäße mit Ruß, Papier, Tuch 2c. überziehen, um zu sehen, wie hierdurch die Temperaturangabe modificirt wird u. dergl. mehr.

Der Thermoregulator von Reichert.

Um die Temperatur einer Flüssigkeit, die durch eine Gasflamme erwärmt wird, constant zu erhalten, hat E. Reichert in Freiburg (Baden) einen einfachen Apparat construirt, den uns Fig. 16, an einer einfachen Kochflasche angebracht, zeigt. Das Wesentliche bei diesem Apparate ist dieß, daß die Zuflußöffnung für das zur Heizung dienende Gas durch Quecksilber, welches sich ausdehnt, abgesperrt wird, sobald die Temperatur zu hoch steigt. An das mit Quecksilber gefüllte, in die Flüssigkeit versenkte Gefäß c ist eine Thermometerröhre angesetzt, die sich oben zu einer cylindrischen Röhre erweitert; in diese ist das am Ende sich verengende Gaszuleitungsrohr a eingeschmolzen, welches bis zu der Stelle reicht, wo unten die Erweiterung beginnt. Aus dem erweiterten Rohre strömt das Gas durch die Röhre b nach dem Brenner. Man sieht, wie ein geringes Steigen des Quecksilbers in den unteren Theil der Erweitung des Thermometerrohres den Gaszutritt abschneiden muß. Damit indessen in diesem Falle die Flamme nicht gänzlich erlischt, ist gegenüber von b eine ganz feine Oeffnung im Gasrohr a angebracht, durch welche immer ein geringes Quantum Gas nach dem Brenner gelangt. Um bequem auf eine bestimmte Temperatur einstellen zu können, ist an die Thermometerröhre seitlich eine weitere mit Quecksilber gefüllte Röhre d angesetzt, die

mit einer leicht beweglichen Schraube geschlossen ist. Man kann auf diese Weise mehr oder weniger Quecksilber in die Thermometerröhre bringen. Diese Regulirung geschieht am besten derart, daß man wartet, bis die Temperatur etwa 2^0 unter der gewünschten Temperatur gestiegen ist, dann dieselbe sehr langsam ansteigen läßt und, wenn sie erreicht, mittels der Schraube an d das Quecksilber soweit hinauf drückt, daß die Flamme eben anfängt kleiner zu werden.

Fig. 16.



Man kann denselben Regulator auch benutzen, um mittels kalten Wassers eine Abkühlung auf eine constante Temperatur unter der Temperatur der umgebenden Luft zu ermöglichen.

Solche Regulatoren werden vom Glasbläser C. Kramer in Freiburg zum Preise von 2 Thlr. hergestellt.

Wärmeentwickelung beim Ausziehen des Kautschuks.

Entgegen dem Verhalten der meisten Substanzen, die sich beim Ausdehnen abkühlen und beim Zusammenziehen warm werden, zeigt der Kautschuk, wie zuerst Joule (1857) entdeckt hat, die Eigenthümlichkeit, daß er sich beim Ausziehen

erwärmt und dagegen beim Zusammenziehen abkühlt. Diese Erscheinung, die schon von mehreren Physikern studirt worden ist, hat auch neuerdings wieder Emilio Villari in Florenz einer genauen Untersuchung unterworfen (Nuovo Cimento, Ser. II, Vol. I. Poggend. Ann. CXLIII).

Er bediente sich bei seinen Versuchen einer Thermosäule, die mit einem Galvanometer verbunden und derart an Seidenfäden aufgehängt war, daß man sie leicht auf den zu untersuchenden Kautschukstreifen hinablassen und wieder von ihm abheben konnte. Der Kautschukstreifen selbst war in horizontaler Richtung ausgespannt, das eine Ende an einem Tische, das andere an einem die Ausdehnung bewirkenden Hebel befestigt. Allemal, wenn der Kautschukstreifen ausgedehnt oder nachgelassen wurde, ließ man die Thermosäule auf ihn nieder, um die Temperaturänderung zu ermitteln.

Außer der schon bekannten Thatsache des Erwärmens beim Ausziehen fand Villari auch noch, daß die Temperatur-Erhöhung beim Ausziehen in absolutem Werthe größer ist, als die Temperatur-Erniedrigung beim Zusammenziehen. Es wurde diese Thatsache besonders deutlich nachgewiesen, wenn man die Ausdehnung und Zusammenziehung mehrmals hinter einander wiederholte. Der Ueberschuß der Erwärmung beim Ausziehen über die Abkühlung beim Zusammenziehen summirte sich in kurzer Zeit so rasch, daß die Galvanometernadel um 60°, 70°, ja sogar um 90° abgelenkt wurde, während der durch die Erwärmung beim Ausdehnen verursachte Ausschlag nur 8 bis 10° betrug. Die Schnelligkeit der Ausdehnung war ohne Einfluß auf die Temperaturerhöhung; dieselbe war aber stärker bei dickeren, als bei dünnen Kautschukstreifen.

Die Erklärung der Erscheinung sucht Villari in dem Kraftverbrauch, welcher beim Ausdehnen und Zusammenziehen des Kautschuks stattfindet. In der That weiß man, daß die vollkommenen Gase, wenn sie beim Ausdehnen eine Arbeit verrichten, sich desto mehr abkühlen, je mehr sie in comprimirtem Zustande erwärmt werden, und daß überdieß die beim Comprimiren eines Gases um eine gegebene Größe geleistete Arbeit derjenigen vollkommen gleich ist, welche es beim Ausdehnen erzeugt, wenn keine Verluste stattfinden. Im Kautschuk findet

keine solche Gegenseitigkeit statt wegen der geringen Beweglichkeit seiner Theilchen und wegen des Widerstandes, den sie beim Sichverschieben überwinden müssen. Ein Theil der ihnen mitgetheilten Kraft wird demnach zur inneren Arbeit verbraucht und während der Zeit des Ausdehnens in Wärme verwandelt. Daher kommt es, daß die auf das Ausdehnen des Kautschuks verwandte Kraft nicht ganz bei der Zusammenziehung desselben wieder erzeugt wird.

Zur Bestätigung dieser Theorie weist Villari noch auf die von ihm beobachtete Thatsache hin, daß der Kautschuk sich beim Hinzufügen gegebener Gewichte mehr verlängert, als er sich beim Fortnehmen derselben verkürzt und daß der Unterschied desto größer ist, je größer die Verlängerungen gewesen sind. Diese Verkürzungen sind geringer als die Verlängerungen, nicht wegen verminderter Elasticität, sondern weil der Kautschuk beim Zusammenziehen nicht dieselbe Kraft entwickelt wie beim Ausdehnen, da im ersten Falle ein Theil der Kraft zu innerer Arbeit verwandt und in Wärme umgewandelt wird. Eine solche innere Arbeit muß auch bei der Ausziehung stattfinden, „wodurch der Kautschuk sich bei einer Reihe von Ausdehnungen und Zusammenziehungen erwärmt, weil ein Theil der beim Ausziehen entwickelten Kraft sich in Wärme verwandelt, und weil auch ein Theil der mechanischen Kraft, welche sich bei der Zusammenziehung entwickeln würde, ebenfalls in Wärme verwandelt wird. Vielleicht könnte man sagen, der Kautschuk sei gleichsam eine teigige Masse, in welcher beim Phänomen der Verlängerung und Verkürzung die Theilchen an einander reiben, wie bei der Wärmeerzeugung."

Villari erwähnt noch, daß seine Erklärung der Wärmeentwickelung im Kautschuk bestätigt werde durch einige von Warburg angestellte Versuche. Derselbe fand nämlich, daß starre Körper sich erwärmen, wenn sie einen Ton angeben und fortpflanzen, weil die anfängliche lebendige Kraft in innere Wärme umgewandelt wird, wodurch die Körper desto mehr Wärme entwickeln, je schneller sie die Schallbewegung auslöschen. Beim Kautschuk erfolgt dieses Auslöschen der Schallbewegung am rascheſten.

Ueber die Wärmeleitung in Gasen

hat Stefan der Wiener Akademie neuerdings eine Arbeit

überreicht, die besonders auch deshalb von Interesse ist, weil ihre Ergebnisse so vollständig, als man nur erwarten darf, mit den auf Grund der dynamischen Theorie der Gase gemachten Vorausberechnungen übereinstimmen, so daß man diese Theorie gegenwärtig wohl als eine der am besten begründeten physikalischen Theorien betrachten darf.

Die von Stefan zur Messung des Wärmeleitungsvermögens der Gase angewandten Methoden zerfallen in zwei Arten.

Nach der ersten Art wurde die in Cylindern eingeschlossene Luft entweder von oben erwärmt oder von unten abgekühlt; die eingeschlossene Luft selbst bildete die thermometrische Substanz, ihre Mitteltemperatur ließ sich durch manometrische Versuche für jeden Augenblick bestimmen. Die für das Leitungsvermögen aus diesen Versuchen berechnete Zahl fällt zu klein oder zu groß aus, je nachdem die Wände die Wärme langsamer oder schneller leiten als die Luft. Letzterer Fall trat ein, wenn die Wände aus Zink waren, ersterer bei Wänden aus Glas, auch noch bei solchen aus Eisen. Es steht demnach die Luft als Temperaturleiter zwischen Eisen und Zink.

Nach der zweiten Art wurde eine abgeschlossene Luftmasse von allen Seiten gleichmäßig erwärmt oder abgekühlt.

Bei den ersten Versuchen benutzte man kugelförmige Luftthermometer aus Kupferblech; wegen des Einflusses der Strömungen werden die aus den Versuchen berechneten Werthe des Leitungsvermögens zu groß.

Bei den letzten Versuchen dagegen wurde doppelwandige Luftthermometer aus Kupfer- oder Messingblech angewandt, und das zu untersuchende Gas füllte den Zwischenraum zwischen den Wänden.

Die mit den verschiedenen Apparaten gefundenen Werthe stimmen sehr gut mit einander überein. Das Leitungsvermögen der Luft (auf Centimeter, Sekunde und Gramm als Einheiten bezogen) ist 0,000056, nahe 20000 mal kleiner als das des Kupfers, 3400 mal kleiner als das des Eisens. Maxwell hat aus der dynamischen Theorie der Gase 0,000055 berechnet. Ebenso bewährt sich die aus der Theorie abgeleitete Unabhängigkeit des Leitungsvermögens der Luft von ihrer Dichtigkeit, wie nicht minder die Voraussage Maxwells, daß

das Leitungsvermögen des Wasserstoffs siebenmal größer sei als das der Luft.

Das Wärmespektrum des Sonnen- und Kalklichtes.

Mittels eines Flintglas-, Steinsalz- oder Schwefelkohlenstoff-Prismas erzeugte Lamansky in Heidelberg bei wolkenlosem Himmel ein reines Spektrum des Sonnenlichts, das mittels einer Linse gesammelt und mit einer aus 12 Wismuth-Antimon-Elementen bestehenden Thermokette derart untersucht wurde, daß die Thermokette zunächst auf die D-Linie eingestellt, dann auf einer Millimeterskala allmälig bis ins Ultraroth verschoben und die Ablenkung der Galvanometernadel gemessen wurde.

Es stellte sich auf diese Weise heraus, daß von D an die Wärmewirkung des Spektrums allmälig, aber nicht gleichmäßig, zunimmt bis zu einem gewissen Maximum und dann wieder abnimmt, welcher Wechsel sich viermal wiederholt. Die Wärme ist also im Sonnenspektrum discontinuirlich vertheilt und es werden die ultrarothen Strahlen an zwei Stellen durch Lücken unterbrochen, ein schon 1840 von Sir John Herschel gefundener Satz.

Diese Lücken sind bei allen drei Prismen wahrnehmbar, bei größerer Dispersionskraft des Prismas werden sie aber natürlich breiter. Auch ist überhaupt die erste Lücke viel schärfer von der zweiten getrennt, als diese von der dritten, so daß bei nicht genauer Einstellung der Thermokette beide als eine einzige breite Lücke erscheinen.

Wegen der starken Absorption des ultrarothen Lichtes durch Glas wurden die weiteren Untersuchungen ausschließlich mit Steinsalzprismen angestellt. Durch vergleichende Beobachtungen Vormittags und gegen Mittag stellte sich das Ergebniß heraus, daß mit der Höhe der Sonne die Lücken im Wärmespektrum schmäler werden. Auch waren die Lücken tiefer, d. h. die an den betreffenden Stellen auftretenden Wärmewirkungen geringer, an Tagen mit größerer relativer Luftfeuchtigkeit. Der atmosphärische Ursprung der Lücken ist dadurch allerdings noch nicht genügend erwiesen, vielmehr würden, wie Lamansky bemerkt, dazu noch Beobachtungen kurz vor Sonnenuntergang und auf hohen

Bergen nöthig sein; wohl aber geht aus dem erwähnten Erfahrungen soviel hervor, daß die ultrarothen Strahlen von der Atmosphäre absorbirt werden. Diese Absorption bewirkt auch, daß das Maximum der Wärmewirkung im Sonnenspektrum mit dem Stande der Sonne seine Lage verändert. Es lag nämlich (im August und September) das Maximum zwischen 7 und 10 Uhr früh stets hinter der ersten Lücke, ebensoweit von D entfernt wie diese Linie von F; in vielen gegen Mittag angestellten Versuchen dagegen war die Wärmewirkung hinter der letzten Lücke ebenso groß, in einem Falle sogar größer als in dem erwähnten Maximum. Auch die Lage der vier verschiedenen Maxima verschob sich mit der Erhebung der Sonne gegen das Roth hin, nur das erste Maximum blieb fest. Indessen hält Lamansky diese Verschiebung für eine Folge der Erwärmung des Prismas durch die Sonnenstrahlen. Daß die Erwärmung des Prismas in der That diese Wirkung haben kann, weist Lamansky durch directe Versuche nach und bestätigt auf diese Weise einen schon früher von Blaserna bewiesenen Satz.

In allen Fällen beobachtete Lamansky hinter dem letzten Wärmemaximum ein plötzliches Abnehmen der Wärmeintensität, am deutlichsten beim Steinsalzprisma. Eine Entscheidung der Frage, ob nicht vielleicht an dieser Stelle überhaupt die Grenze der Brechbarkeit liege und die weiter hin wahrgenommene Wärme nur diffus sei, konnte Lamansky wegen ungünstiger Witterung nicht erlangen.

Verfolgt man die Wärmewirkung im leuchtenden Theile des Sonnenspektrums, so läßt sie sich noch bis hinter die Fraunhofer'sche Linie G nachweisen, und zwar hat Lamansky festgestellt, daß diese Wirkung nicht von diffuser dunkler Wärme herrührt.

Entwirft man die Wärmecurve des Sonnenlichts für ein Steinsalzprisma, so findet man den Theil, welcher den dunkeln Strahlen entspricht etwa doppelt so groß als den andern; bei dieser Vergleichung ist aber noch zu berücksichtigen, daß auch über den leuchtenden Theil eines jeden Spektrums immer eine gewisse Menge diffuser dunkler Wärme verbreitet ist.

In ähnlicher Weise wurde auch mit Flintglas- und Steinsalzprismen das Wärmespektrum des Kalklichtes untersucht.

Bei Anwendung von Flintglasprismen ließ sich nur im Roth und Orange eine schwache Wärmewirkung nachweisen; im ultrarothen Theile des Spektrums aber nahmen die Ablenkungen bis zu einem gewissen Maximum zu, um dann wieder abzunehmen. Darüber hinaus gab es kein zweites Maximum, eine Thatsache, die schon Tyndall bemerkt hat. Uebrigens liegt dieses Maximum bedeutend weiter vom rothen Ende des Spektrums entfernt, als das absolute Maximum des Sonnenlichtes. Es läßt sich hieraus der Satz schließen: bei schwächeren Wärmequellen erreicht die Intensität der Wärmewirkung ihr Maximum in Strahlen von größerer Wellenlänge.

Bei Anwendung eines Steinsalzprismas ließ sich die Wärme im leuchtenden Spektrum bis ins Blau nachweisen, trotzdem daß dieses Spektrum nicht heller war als das des Flintglasprismas.

Endlich wurde auch noch die Absorption der ultrarothen Strahlen durch Wasser, Glas, Glimmer, Quarz und Kalkspath untersucht. Lamansky fand hier den schon von Melloni für Wasser ermittelten Satz bestätigt, daß die ultrarothen Strahlen bei ihrem Durchgange durch durchsichtige Körper einen desto größeren Verlust erleiden, je geringer ihre Brechbarkeit ist. Auch der Wärme absorbirende Theil der Atmosphäre scheint demselben Gesetze zu unterliegen; denn am Morgen, wo die Sonnenstrahlen einen viel größeren Weg durch die feuchte Atmosphäre zurückzulegen hatten, war die Intensität der ultrarothen Strahlen von geringerer Brechbarkeit stets kleiner als gegen Mittag.

Elektricität und Magnetismus.

Elektricitätserregung.

Ueber die Erzeugung der Elektricität durch Reibung hat Eduard Hagenbach eine Anzahl von Versuchen mitgetheilt (Carls Rep. VIII, Heft 2), die manches Interessante darbieten.

Glas wird den gewöhnlichen Angaben zufolge beim Reiben mit Katzenfell negativ elektrisch; Hagenbach beobachtete aber beim Reiben einer Glasröhre oder eines Glasstabes mit Wildkatzen-Pelz bald die eine und bald die andere Elektricität. Beim Reiben mit dem Pelz der Hinterbeine und des Halses wurde das Glas negativ, wenn immer nach einer Richtung, dagegen positiv, wenn hin und her gerieben wurde; wendete er aber Pelz von Rücken an, so wurde das Glas auch beim Reiben nach einer Richtung positiv. Von Wichtigkeit ist auch der Druck: beim Reiben mit Pelz der Hinterbeine wurde das Glas bei leichtem Druck negativ, bei starkem positiv. Endlich kommt es noch darauf an, welcher Körper der reibende, welcher der geriebene ist, ob immer neue Glastheile mit derselben Pelzstelle oder ob eine und dieselbe Stelle des Glases mit immer andern Peltheilen zusammenkommen. Der Gegensatz zeigte sich besonders bei Pelz von den Vorderfüßen; war Pelz die reibende Fläche, so wurde das Glas positiv, im Gegenfalle negativ.

Das Glas war bei diesen Versuchen immer glattes, nicht durch eine Weingeistflamme gezogenes; nimmt man aber mattgeschliffenes Glas oder eine durch eine Weingeistflamme gezogene Glasstange, so wird beim Reiben mit Pelz das Glas immer negativ.

Beim Reiben mit einem Fuchsschwanze stellten sich diese Verschiedenheiten nicht ein, das Glas wurde immer positiv.

Beim Porzellan zeigt sich ein ähnlicher Gegensatz zwischen dem glatten und rauhen Körper wie beim Glas. Mit Wolle oder Seide gerieben wird eine glatte Porzellanröhre positiv, eine rauhe negativ elektrisch.

Eigenthümlich verhält sich eine rauhe Porzellanröhre beim Reiben mit vulkanisirtem Kautschuk. Anfangs nämlich wird sie positiv; reibt man aber dann einige Zeit mit starkem Druck, so wird sie negativ, und nun mag man mit starkem oder schwachem Druck reiben, sie zeigt immer negative Elektricität. Durch die Flamme oder durch Reinigen mit chemischen Agentien verliert indessen die Röhre die Eigenschaft negativ zu werden, wogegen ihr dieselbe durch Reiben mit Schwefelblume wieder ertheilt werden kann. Daher darf man wohl annehmen, daß oberflächlich hängen bleibende Schwefeltheilchen die Ursache dieser Eigenschaft sind.

Papier verhält sich je nach Material und Textur sehr verschieden. Es giebt Papiersorten, die in bestimmter Weise mit bestimmtem Wollenzeug gerieben, negativ, mit bestimmter Seide gerieben aber positiv elektrisch werden; aber es lassen sich auch leicht Papiere finden, die mit Seide sowohl wie mit Wolle entweder immer positiv oder immer negativ werden.

Aus seinen Wahrnehmungen glaubt Hagenbach schließen zu dürfen, daß die festen, gewöhnlich mehr Leinen enthaltenden Handpapiere im allgemeinen mehr Neigung haben, positiv zu werden, als die lockeren, mehr Baumwolle enthaltenden Maschinenpapiere; doch stellt er dies nur als eine vorläufige Meinung hin.

Von Wichtigkeit ist auch die Art des Reibens. Alle Handpapiere aus dem 16. Jahrhundert, chinesisches und sogenanntes Seidenpapier werden beim heftigen Durchziehen durch die Finger negativ, hingegen beim sanften Hindurchziehen und namentlich beim sanften Hin- und Herreiben positiv. Anfangs kann man mehrmals nach Willkür positive oder negative Elektricität hervorrufen, nach längerem Reiben zeigen aber die Papiere allgemein positive; doch kehrt nach längerem Liegen an einem warmen und trockenen Orte das frühere Verhalten zurück. Auch bei Maschinenpapier ist manchmal in ähnlicher Weise zweierlei Elektricität zu beobachten. Im Allgemeinen aber sind die Erfolge solcher Versuche etwas unsicher, was wohl in dem wechselnden hygroskopischen Zustande des Papiers seinen Grund haben mag.

Von Einfluß ist auch die Rauhheit, ohne daß aber die von Coulomb aufgestellte Ansicht, daß der rauhere Körper mehr Neigung habe negativ zu werden, erwiesen wäre, denn Hagenbach fand beim Reiben von gewöhnlichem Maschinenpapier mit rauhem Packpapier regelmäßig das erstere negativ und das letzere positiv.

Ferner läßt sich beim Papier der Unterschied zwischen reibender und geriebener Fläche bequem studiren, indem man einem Papierstreifen zwischen gefalztem Papier gleicher Sorte durchzieht. Es zeigt sich dann manchmal gar keine Elektricität, andermal ist der durchgezogene Streifen negativ, andermal wieder positiv. Hagenbach hat ebenso wenig wie früher Rieß vermocht, genauer die Bedingungen für den einen oder andern Fall anzugeben.

Pergamentpapier, durch Einwirkung von Schwefelsäure erhalten, hat mehr Neigung zu positiver Elektricität als die meisten Papiersorten.

Das Pyroxilinpapier ist zuerst von Schönbein als ein Körper bezeichnet worden, der ganz besondere Neigung hat, elektrisch zu werden; es wird nicht nur beim Reiben mit der Hand und mit Seide, sondern auch mit vulkanisirtem Kautschuk negativ, beim Reiben mit Schießbaumwolle aber deutlich positiv, wie Poggendorff gezeigt hat. Letzterer empfiehlt zwischen den Fingern durchgezogenes Pyroxilinpapier als ein in vielen Fällen brauchbares Elektroskop zur Entdeckung negativer Elektricität; um auch für positive Elektricität ein entsprechendes Elektroskop zu haben, räth er an, das Pyroxilinpapier mit Spiegelamalgam zu reiben, wodurch es positiv wird. Doch hält Hagenbach zu dem letzteren Zwecke für einfacher, einen trocknen Streifen gewöhnliches Papier mit vulkanisirtem Kautschuk oder, besser noch, mit Schießbaumwolle zu reiben.

Mit verschiedenen Papiersorten lassen sich überhaupt eine Menge einfacher Versuche anstellen, was für den Unterricht um so wichtiger ist, als die Schüler solche Versuche leicht wiederholen können.

Mit Hülfe eines geriebenen (elektronegativen) Papiers kann man leicht das Kügelchen eines elektrischen Pendels so heben, daß der Faden vertikal aufwärts steht. Nähert man dann von oben her eine geriebene Siegellack- oder Glasstange, so bleibt im ersten Falle das Kügelchen oben, im letzteren fällt es herab. Man zeigt so recht anschaulich die Verschiedenheit der Elektricität des Harzes und Glases.

Ein Paar Streifen Pyroxilinpapier, zwischen den Fingern durchgezogen oder, besser noch, mit Pelz gerieben, und an dem einen Ende zusammengehalten, stoßen sich ab. Eine unter sie gehaltene, vorher mit Pelz geriebene Hartgummistange vermehrt die Divergenz. Auch mit den meisten Sorten gewöhnlichen Papiers gelingt der Versuch. Nimmt man aber gewöhnliches trocknes Papier, das man mit vulkanisirtem Kautschuk oder mit Schießbaumwolle reibt, so stoßen ein Paar solcher Streifen sich auch ab, aber durch geriebenes Hartgummi wird die Divergenz vermindert.

Zwei Streifen, einer von gewöhnlichem, der andere von

Pyroxilinpapier und beide mit Kautschuk gerieben ziehen sich an; desgleichen zwei Streifen gewöhnliches Papier, der eine mit Pelz, der andere mit Schießbaumwolle gerieben.

Im Bezug auf Seide hat schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Symmer gezeigt, daß beim Reiben schwarzer und weißer Seide die erstere stets negativ, die letztere positiv wird. Die Erscheinung war auch bei ein Paar Stücken weißer und brauner Seide, die Hagenbach zu Gebote standen, sehr auffällig und es liegen diese beiden Seidenarten in der Spannungsreihe so weit auseinander, daß eine ganze Anzahl von Körpern, wie rohe Seide, Wolle, Leder, Holz, Bernstein, Kiesel, einige Papiersorten u. a. m. zwischen ihnen liegen und beim Reiben mit weißer Seide negativ, beim Reiben mit brauner positiv werden.

Ferner hat Bergmann gefunden, daß beim kreuzweisen Reiben zweier Bänder das transversal geriebene negativ, das longitudinal geriebene positiv wurde. Analog fand Hagenbach, daß beim Reiben der Vorderseite eines Sammtbandes gegen die Rückseite eines anderen das auf der Vorderseite geriebene positiv, das andere negativ wird.

Menschenhaare im trocknen Zustande werden beim Reiben mit Katzenpelz positiv, mit Schießbaumwolle dagegen negativ. Hagenbach empfiehlt ein solches Haar als Elektroskop, wenn es sich um Nachweis der Elektricität an sehr kleinen Körpern, kleinen Mineralien 2c. handelt. Zu gleichem Zwecke hat v. Kobell vor einigen Jahren die Haare empfohlen, die beim Gemsbock im Späthherbst über den Rücken hin stehen und den Gemsbart bilden.

Hagenbach hat außerdem auch noch die in Metallen durch Reiben mit Nichtleitern erregte Elektricität untersucht. Ein besonderer Anlaß bewog ihn dazu. Es wurde ihm nämlich mitgetheilt, daß in einer Baseler Fabrik ein über eine Eisenrolle laufender Lederriemen so stark elektrisch wurde, daß sich im Dunkeln, wenn man etwa die Fingerspitzen dem Riemen näherte, an demselben selbst noch im Abstande von einem Fuß deutlich elektrische Luftbüschel zeigten. Die Elektricität des Riemens erwies sich als negativ. Uebrigens zeigten sich alle Riemen dieser Fabrik negativ elektrisch, während man an den mit dem Boden in leitender Verbindung stehenden Metallthei-

len keine Elektricität nachweisen konnte. In einer andern Fabrik dagegen, wo die die Rolle enthaltende eiserne Maschine auf Asphalt stand, wurde dieselbe so stark elektrisch, das aus ihr Funken sprangen und für eine besondere Ableitung der Elektricität Sorge getragen werden mußte. (Vergl. die Mitth. im Jahrg. VI des Jahrb., S. 140).

Um zu zeigen, daß Eisen oder Stahl beim Reiben mit Leder positiv elektrisch wird, braucht man nur einen Schlüssel oder ein Messer mit einer isolirenden Kautschukplatte zu halten und damit über einen ledernen Streichriemen zu fahren. Manches Leder, z. B. weißes Handschuhleder, macht aber auch das Eisen negativ elektrisch; dasselbe thut auch Katzenpelz, die meisten Körper aber, auch Wolle und Seide, ertheilen dem Eisen beim Reiben positive Elektricität.

Zur Isolirung der Metalle bei diesen Versuchen empfiehlt Hagenbach das Horngummi. Als Probekügelchen bei elektrischen Versuchen wendet derselbe Messingkügelchen an, die vorn an Federhaltern von Horngummi befestigt sind. Ein solches Kügelchen ist auch gut geeignet, die Entwickelung der Elektricität im Messig sichtbar zu machen. Streicht man nämlich damit über irgend einen nicht leitenden Körper, so kann man mit dem Elektroskop gleich die Elektricität nachweisen. Messing hat aber, im Gegensatz zum Eisen, eine ganz besondere Neigung, negativ zu werden; nur durch Reiben mit Schießbaumwolle oder Pyroxilinpapier vermochte Hagenbach das Messing positiv elektrisch zu machen; doch gelang dies auch bei diesen beiden Körpern nicht immer. So wird das Messingkügelchen, wenn man es vorher mit Schmirgelpapier frisch abgerieben oder durch eine Weingeistflamme gezogen hat, durch Reiben mit Schießbaumwolle regelmäßig positiv elektrisch. Wenn man es aber über eine Schwefelstange streicht, mit Schwefelblumen oder auch mit vulkanisirtem Kautschuk, der überschüssigen Schwefel hat, reibt, so zeigt es dann nach dem Reiben mit Schießbaumwolle negative Elektricität. Dieß ist übrigens die einzige Art, auf welche es Hagenbach gelang, Schießbaumwolle entschieden positiv zu machen, denn beim Reiben mit Spiegelamalgam erhielt er, entgegen der Angabe Poggendorffs, die Schießbaumwolle stets negativ.

Silber, Kupfer, Zink, Zinn, Blei wurden mit Schieß-

baumwolle gerieben positiv; auch gelang es bei vorläufigen Versuchen durch Einreiben von Schwefel nicht, sie in ähnlicher Weise wie das Messing umzustimmen.

Elektricitätsentwickelung im Schwefelkohlenstoff. Bei einer Untersuchung über die Wirkung, welche gewisse Metalle unterm Einflusse des Lichtes auf Schwefelkohlenstoff äußern, machte Th. Sidot die interessante Wahrnehmung, daß diese Metalle durch Reiben mit dem Glase im Schwefelkohlenstoff elektrisch werden. Eisen, Silber, Aluminium entwickeln, wenn man sie in einer mit reinem Schwefelkohlenstoff gefüllten Retorte stark bewegt, elektrische Funken. Am schönsten zeigt Silber diese Eigenschaft; bei Platin, Kupfer, Zink und anderen Metallen außer den genannten vermochte Sidot sie nicht nachzuweisen.

Am besten bringt man in eine Retorte aus dickem weißen Glase 15 bis 20 Gramm gekörntes Silber und 30 bis 40 Gramm Schwefelkohlenstoff; dann schließt man die Retorte mit einem Kork oder schmilzt sie zu. Um sie zu trocknen, erwärmt man sie ein wenig und schüttelt sie dann einige Zeit im Dunkeln, und sehr bald sieht man im Innern Funken überspringen. Wenn man längere Zeit und stärker schüttelt, so werden die Funken zahlreicher und schließlich wird die ganze Retorte leuchtend. Gießt man während des Schüttelns Wasser auf die Retorte, so verschwindet die Lichterscheinung, kehrt aber bald wieder. Die im Glase entwickelte Elektricität ist positiv; die Funken entstehen in der Flüssigkeit selbst, wovon sich Sidot überzeugte, indem er fast die ganze Retorte mit Schwefelkohlenstoff füllte und dann den Versuch mit demselben Erfolg wiederholte.

Elektricitätsentwickelung durch Biegen von Metallen. Die zuerst von Peltier gemachte, später von A. de la Rive bestätigte Erfahrung, daß in einem Kupferdrahte, dessen Enden mit einem Galvanometer verbunden sind, ein elektrischer Strom eintritt, der sich durch einem Ausschlag der Galvanometernadel kund giebt, sobald dieser Draht eine Biegung erleidet, hat P. Volpicelli Anlaß zu neuen Untersuchungen gegeben, deren Resultate er der Pariser Akademie mitgetheilt hat (Comptes rendus, 1872 Janv. 2).

Wie zu erwarten entstehen solche Ströme durch Biegung

der Leiter nicht blos in Kupferdrähten, sondern jedes andere Metall giebt sie ebenfalls, nur treten sie beim Kupfer am deutlichsten auf. Diese Ströme bieten in einem Falle ein Beispiel gänzlicher Umwandlung lebendiger Kraft in Elektricität, nämlich beim Blei, einem Metall ohne alle Elasticität.

Zur Erzeugung solcher Biegungsströme bedarf es keiner langen Drähte, eine Länge von einem Decimeter genügt schon.

Diese Biegungsströme hängen nicht merklich ab von der Wärmeentwickelnng durch Biegen; denn sie hören mit der Biegung auf. Sobald man aber solche Biegungen wiederholt und in kurzen Zwischenzeiten wiederholt, machen sich thermo-elektrische Ströme geltend.

Die Biegungsströme sind, gleich den thermo-elektrischen, nur sehr schwach, so daß man sie an einem Galvanometer mit langem, dünnem Drahte nicht nachweisen kann.

Wenn man die Biegung einmal so vornimmt, daß man die Enden des Metalldrahtes von einander entfernt, ein andermal aber indem man sie nähert, so erhält man zwei Ströme von entgegengesetzter Richtung.

Dagegen steht die Richtung der Biegungsströme in keinem Zusammenhange mit der verschiedenen Beschaffenheit der Theile des Metalldrahtes; man kann daher denselben umkehren ꝛc. ohne die Stromrichtung zu ändern, wenn nur die Biegungen in demselben Sinne erfolgen.

Werden mehrere gleiche Metalldrähte über einander gelegt und gebogen, so ist der erhaltene Strom schwächer, als der mit einem einzigen Drahte erhaltene.

Wenn man die Schnelligkeit des Biegens vermehrt oder vermindert, so vermehrt und vermindert sich auch der Biegungsstrom.

Durch Knickungen im Drahte wird die Intensität der Biegungsströme vermindert. Auch giebt ein durch Zusammenlöthen von Drahtstücken verschiedener Metalle gebildeter Draht schwächere Biegungsströme als ein Draht aus einem einzigen Metall.

Andere noch von Volpicelli a. a. O. gegebene Details übergehen wir.

Termoelektrisches Verhalten von Krystallen. W. Hankel hat neuerdings das thermoelektrische Verhalten des Topases einer ausführlichen Untersuchung unterworfen, über welche er im IX. Bd. der Abh. der math.-phys. Classe

der kgl. sächs. Ges. d. W. das Nähere mittheilt. Vorbehaltlich der Prüfung an anderen Krystallen werden aus den am Topas gewonnenen Erfahrungen folgende Sätze abgeleitet:

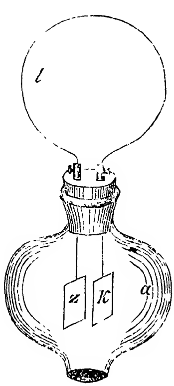
Die Thermoelektricität ist nicht durch den Hemimorphismus bedingt, sondern wahrscheinlich eine allgemeine Eigenschaft aller Krystalle, sobald die übrigen physikalischen Verhältnisse ihr Auftreten und ihre Anhäufung überhaupt gestatten.

Da bei nicht hemimorphen Krystallen die beiden Enden ein und derselben Achse krystallographisch gleichwerthig sind, so müssen dieselben sich auch elektrisch gleich verhalten, also dieselbe Polarität zeigen, falls sie eben eine wesentlich gleiche Ausbildung erhalten haben.

Die Vertheilung der Elektricität auf nicht hemimorphen Krystallen hängt außer von dem molekularen Gefüge auch von der äußeren Gesammtform ab und kann durch Veränderungen der letzteren in bestimmter Weise modificirt werden.

Wie der Hemimorphismus überhaupt als Ausnahmefall dasteht, so ist auch das Auftreten polarer, d. h. an den Enden mit entgegengesetzter Elektricität erscheinender Achsen ein Ausnahmefall, der eben durch die hemimorphe Bildung erzeugt wird. Bei hemimorphen Krystallen läßt sich, soweit zur Zeit die Beobachtungen reichen, durch Aenderung der äußern Form keine quantitative Veränderung in der Vertheilung der Elektricität hervorbringen, letzterer ist also wesentlich durch die Unsymmetrie der Moleküle bestimmt:

Fig. 17.



Schwimmende galvanische Ströme. Um galvanische Ströme leicht beweglich herzustellen, bringt Carl in München in ein Glasgefäß a (Fig. 17) zu unterst etwas Quecksilber und füllt es dann mit angesäuertem Wasser, in welches er eine Kupfer- und eine Zinkplatte taucht, die an ein Paar durch den Stöpsel gehenden Kupferdrähten befestigt sind. Letztere kann man außen durch einen beliebigen Schließungskreis l verbinden. Das Ganze schwimmt leicht auf Wasser, ist äußerst empfindlich und sehr brauchbar, um die

Anziehungs- und Abstoßungserscheinungen zwischen verschiedenen Strömen, Strömen und Magneten 2c. zu demonstriren.

Edlund's Theorie der Elektricität.

Edlund hat der Stockholmer Akademie eine neue Theorie über das Wesen der Elektricität vorgelegt, deren Grundzüge folgende sind.

Die Grundlage der elektrischen Erscheinung ist der überall im Universum verbeitete Aether, dessen Moleküle sich im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung abstoßen. Gute Leiter der Elektricität sind solche Körper, in denen der Aether, oder wenigstens ein Theil desselben sich leicht von einem Punkte zum andern verschiebt. Im Allgemeinen nämlich sind die Aethermoleküle, gleich den Molekülen eines Gases, leicht beweglich und durch die geringste Kraft verschiebbar; in schlechten Elektricitätsleitern aber wird diese Beweglichkeit durch die Körpermoleküle beschränkt. In Gasen oder leicht beweglichen Flüssigkeiten, auch wenn sie an sich nicht leitend sind, behalten übrigens die Aethertheilchen ihre Beweglichkeit, indem sie sich mit den Körpertheilchen selbst bewegen.

Aus der Beweglichkeit der Aetheratome folgt nothwendig, daß der Druck, wie in Flüssigkeiten und Gasen, gleich sein muß nach allen Richtungen, und man kann daher mit den nöthigen Modifikationen auf den Aether das Archimedische Princip anwenden, daß jeder in Flüssigkeiten getauchte Körper soviel an Gewicht verliert, als das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit beträgt; natürlich kann hier nicht die Rede sein von der Schwere, sondern von der Abstoßung der Aethermoleküle. Edlund verweist bei dieser Gelegenheit hin auf einige bekannte Versuche von Plücker, welche für dieses Princip zu sprechen scheinen. Derselbe fand nämlich, daß ein magnetischer Körper, der eine geringere magnetische Kraft besitzt, als die Flüssigkeit, in der er sich befindet, von den Polen des Magneten abgestoßen wird und daß ein diamagnetischer Körper in einer magnetischen Flüssigkeit von denselben Polen stärker abgestoßen wird, als wenn er sich in einer weniger magnetischen Flüssigkeit befindet.

Ein Körper ist mit positiver Elektricität geladen, wenn er mehr Aether enthält, als im normalen Zustande; in einem

negativ elektrischen Körper dagegen ist die Menge des Aethers geringer als im normalen Zustande.

Sehr einfach ist die Erklärung der Influenzerscheinungen: Nehmen wir an, daß ein Körper A mit einem Aetherüberschusse auf einen andern Körper B wirkt, der sich im normalen Zustande befindet und ein guter Leiter ist, so wird die Abstoßung, welche ein Aethermolekül von B erleidet stärker sein auf der Seite, welcher A zugekehrt ist, als auf den andern Seiten, welche Körpern im normalen Zustande zugekehrt sind. Darum wird der Aether von der Seite von B, welche A zugekehrt ist, sich entfernen und auf der abgewendeten Seite ansammeln. Mit andern Worten: die dem positiv elektrischen Körper A zugewandte Seite des Leiters B wird negativ, die von A abgewendete Seite wird positiv elektrisch.

Hat hingegen A einen Mangel an Aether so sind die Aethertheilchen von B, welche sich an der von A abgewendeten Seite befinden, einer stärkeren Abstoßung seitens der benachbarten, im normalen Zustande befindlichen Körpertheile ausgesetzt, als die Aethermoleküle auf der A zugewandten Seite. Die Aethermoleküle werden sich daher auf dieser Seite von B anhäufen, es wird sich hier positive Elektricität zeigen.

Edlund sucht dann weiter deutlich zu machen, warum die Elektricität sich nur auf der Oberfläche der Leiter zeigt.

Hat ein Körper A eine bestimmte Menge Aether, nämlich die normale Menge a und den Ueberschuß b, so halten der Aether des umgebenden Raumes und die Menge a sich das Gleichgewicht, sie haben also vereint keine Wirkung auf die Moleküle b. Die Vertheilung des Ueberschusses b wird also so sein als wenn weder die abstoßenden Wirkungen des umgebenden Aethers, noch diejenigen von a existirten. Nach einem von Poisson bewiesenen Satze müssen sich dann die sich gegenseitig abstoßenden Moleküle von b auf der Oberfläche verbreiten.

Daraus, daß die normale Quantität und die äußeren Aethermoleküle sich das Gleichgewicht halten, folgt daß beide in entgegengesetzter Richtung auf ein Aethermolekül in A wirken. Die Moleküle des Aethers in A für sich allein suchen sich aber nach der Außenseite zu bewegen, mithin muß die Gesammtwirkung der äußern Aethermoleküle nach innen ge-

richtet sein. Enthält nun A nicht die normale Menge Aethermoleküle, so kann der äußern Abstoßung nicht mehr das Gleichgewicht gehalten werden, die Aethermoleküle werden also von der Oberfläche von A verdrängt, es wird sich demnach hier ein Mangel an Aether oder eine negativ elektrische Ladung geltend machen.

In analoger Weise kann man die Condensation des Aethers beim Laden einer Leidener Flasche oder einer Franklin'schen Tafel erklären; der elektrische Entladungsstrom ist nichts als der Uebergang des Aethers von einem Körper in einen andern.

In ähnlicher Weise erklärt nun Edlund auch die Erscheinungen der Elektrodynamik.

Der galvanische Strom besteht darin, daß der elektrische Aether sich von einem Punkte des Stromkreises zu einem anderen begiebt, wobei die Intensität des Stromes bestimmt wird durch das Produkt aus der Dichtigkeit des bewegten Aethers und seiner Geschwindigkeit. Die Aethermenge im geschlossenen Kreise ist dieselbe, mag der Strom existiren oder nicht; die elektromotorischen Kräfte, welche den Strom erzeugen, vermögen keinen Aether zu schaffen, sie wandeln nur die schwingende Bewegung, welche als Wärme vorhanden ist, in translatorische Bewegung um. Daher das Verschwinden von Wärme an Stellen, wo sich die elektromotorische Kraft äußert.

Wir wenden uns nun zur Erklärung der galvanischen Induction.

Wenn in der Umgebung eines Punktes A der Aether verdichtet wird, so werden in Folge dessen die weiter hin liegenden Aethertheilchen von A stärker abgestoßen, als von den in größerer Entfernung liegenden Aethertheilchen. Es wird daher zunächst in der Umgebung des verdichteten Aethers bei A eine Verdünnung und weiterhin eine Verdichtung eintreten. Die in größerer Entfernung von A befindliche Aethermasse, deren Dichtigkeit keine merkliche Aenderung erfahren hat, sucht den Aether nach den Punkten in der Nähe von A zurückzuführen. Sowie daher die Verdünnung um A eine bestimmte Grenze erreicht, nehmen die Moleküle einen neuen Gleichgewichtszustand an, der so lange anhält, als die Dichtigkeitszunahme in A. Hört aber diese plötzlich auf, so nehmen die Moleküle um A ihre ursprüngliche Gleichgewichtslage wieder ein und durchlaufen dabei

in umgekehrter Richtung denselben Weg wie vorher bei der Dichtigkeitszunahme.

Entsprechende Erscheinungen, nur im umgekehrten Sinne, treten ein, wenn in A eine Verdünnung des Aethers stattfindet.

Die A umgebenden Aethermoleküle werden ihre Stellung auch ändern müssen, wenn aus irgend einem Grunde die auf sie von dem Aether in A geübte Abstoßung eine Modification erleidet, ohne daß dieser Aether dichter oder dünner wird. Eine solche Modification erzeugt das Inbewegungsetzen des Aethers.

Wird daher der Aether in A in Bewegung versetzt, so müssen sich auch die Moleküle der umgebenden Aethermasse verschieben, und sie werden so lange in ihren neuen Stellungen bleiben, als der Aether in A seine Bewegung ohne Aenderung fortsetzt. Sowie aber diese Bewegung aufhört, kehren die Moleküle zu ihren ursprünglichen Gleichgewichtsstellungen zurück. Dies ist nun aber die Induction. Sowie ein galvanischer Strom in der Nähe eines geschlossenen Leiters beginnt, werden die Gleichgewichtslagen der Aethermoleküle modificirt, und der Inductionsstrom ist nichts anderes als der Uebergang von einer Gleichgewichtslage in die andere.

Edlund zeigt dann, wie ein Strom nicht nur auf einen benachbarten Leiter, sondern auch auf den eigenen wirkt und also einen Strom von der entgegengesetzten Richtung der eigenen hervorzubringen sucht. Damit ist ein Hilfsmittel gewonnen zur Erklärung der chemischen Wirkungen des Stromes. Wenn nämlich der letztere eine elektrolytische Flüssigkeit durchzieht, welche eine chemische Verbindung des elektropositiven Elementes p und des negativen q ist, so führt der Strom das Element p mit größerer Kraft nach dem positiven Pole (der Stromrichtung entgegen) als q, das letztere wird daher nach dem Archimedischen Principe das Streben haben, zum negativen Pole zu gelangen. Ist nun die Kraft, welche die Moleküle nach entgegengesetzten Richtungen zu bewegen sucht, größer als die Affinität der Moleküle p und q, so tritt eine Zerlegung und Abscheidung der Moleküle p und q an den beiden Polen ein.

Rücksichtlich der Drehung der Polarisationsebene durch den elektrischen Strom folgert Edlund aus seiner Theorie, daß die von C. Neumann gegebene Erklärung sich am meisten der Wahrheit nähert. Nach derselben rührt diese Drehung von der

Wirkung her, welche auf die Aethermoleküle ausgeübt wird durch die molekularen Ampère'schen Ströme, die von der Wirkung des elektrischen Stromes herrühren. In der That ist die directe Wirkung dieser molekularen Ströme auf die Aethermoleküle eine nothwendige Folge der Edlund'schen Theorie.

Uebrigens hat sich Edlund nicht mit allgemeinen Auseinandersetzungen begnügt, sondern er hat auch die Consequenzen seiner Lehre mathematisch weiter zu entwickeln versucht. Im Bezug darauf verweisen wir auf die Originalabhandlung (Archives des sciences physiques et naturelles. Mars, Avril 1872).

Als eine neuere, im Principe sehr einfache Anwendung der Elektricität mag hier noch

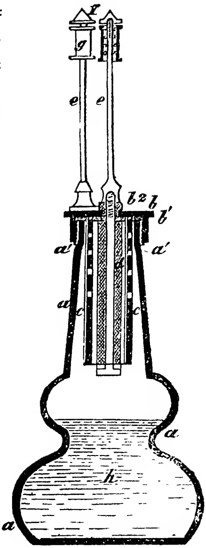
der hydrostatisch-galvanische Gas-Anzünder von Klinkerfues

Erwähnung finden. Schon früher hat man versucht, den elektrischen Funken zum gleichzeitigen Anzünden einer großen Anzahl von Gasflammen zu benutzen, allein es war dabei immer eine besondere Drahtleitung für den elektrischen Strom nöthig. Dies ist nun bei der Vorrichtung, welche vom Director der Sternwarte Göttingen, Prof. Klinkerfues, erfunden worden und in der Fabrik von C. G. Müller & Comp. in Hannover gefertigt wird, nicht der Fall. Hier befindet sich an jedem Brenner ein kleines galvanisches Element, dessen Platten aber für gewöhnlich nicht von der Flüssigkeit benetzt werden. Erst wenn man den Gasdruck über ein gewisses Maß steigert, tritt die Flüssigkeit an die Kohle und das Zink und der dadurch erregte Strom bringt nun einen Platindraht zum Glühen, der von dem ausströmenden Gas getroffen wird und dasselbe entzündet.

Das Princip erkennt man recht deutlich an dem einfachen Apparate Fig. 18, welcher zum Anzünden von Gaslampen dient. Ein mehrere Zoll hohes Glasgefäß a ist mit einem Deckel b versehen, welcher luftdicht über den Ring a′ aufgeschraubt wird; durch ein Futter b′ wird die Dichtung bewirkt. An dem Deckel sind das röhrenförmig durchlöcherte Zinkelement c und das gleichfalls cylindrische Graphitelement d befestigt. Auf dem Deckel befinden sich die als Elektroden dienenden

Messingstäbchen e, von denen das eine direct in den Metalldeckel b eingeschraubt ist, während das andere, von einer isolirenden Kautschukhülle umgeben, durch denselben hindurch geht. Oben befinden sich ein Paar Klemmhülsen, kleine Röhrchen, welche durch Spiralfedern nach oben gegen die am Ende von e angebrachten Knöpfchen gedrückt werden. Dort, bei f, wird ein spiralförmiger Platindraht zwischen beiden Elektroden angebracht. Zur Füllung dient eine Flüssigkeit h, welche aus 3 Gewichtstheilen doppelt-chromsaurem Kali, 4 engl. Schwefelsäure und 18 destillirtem Wasser besteht. Bis zu 20° R. unter Null empfehlen sich 2 Gewichtsth. doppelt-chromsaures Kali, 5 engl. Schwefelsäure und 18 Wasser.

Fig. 18.



Sobald man den Apparat soweit neigt, daß die Flüssigkeit die Zinkkohlenelemente berührt, geräth der Platindraht ins Glühen und kann zum Entzünden eines Gasstromes benutzt werden.

Complicirter ist der Apparat zum Anzünden der Straßenflammen, der an jeder Straßenlaterne angebracht wird.

In dem Glasgefäße a Fig. 19 befindet sich eine cylindrische Röhre l, die sich unten zu dem cylindrischen Gefäße l' von mehr als dreifachem Durchmesser erweitert. Die beiden Elemente, das Zinkelement c und das Kohlenelement d, umgeben ringförmig die Röhre l. Ersteres ist an dem Messingdrahte e'' befestigt, der unten mit einem Gummiringe überkleidet, oben aber mit einem Gewinde versehen ist, so daß man mit Hilfe einer Mutter die Höhe des Elementes reguliren kann. Der Draht e'' geht, durch eine Kautschukpackung isolirt, durch den messingenen Deckel b des Gefäßes hindurch nach einer Messingscheibe, auf welcher die eine Elektrode e aufsitzt. Die andere Elektrode ist direct auf dem Deckel b befestigt. Das Kohlenelement d liegt frei auf der unteren Erweiterung l' der Röhre l auf.

Fig. 19.

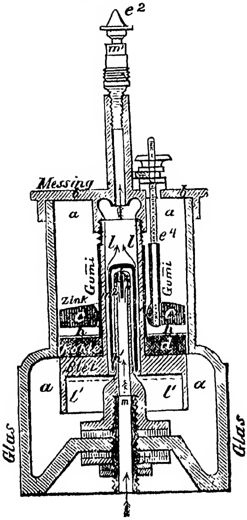
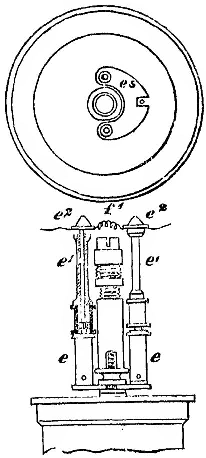


Fig. 20.



In Fig. 20 sieht man die beiden Elektroden e, die zwischen sich den Brenner haben. Eine unterhalb der Messinghülse e^1 liegende Spiralfeder drückt e^1 gegen den Knopf e^2 und klemmt dadurch den spiralförmigen Platindraht f fest; um ihn wegzunehmen, braucht man nur e^1 herabzudrücken.

Der Apparat Fig. 19 wird auf das Brennerrohr aufgeschraubt; das Gas tritt durch das Rohr m in das Innere von l. Dieses Rohr ist oben geschlossen, aber mit Ausströmungsöffnungen versehen und außerdem noch umgeben mit einem etwas weiteren, oben geschlossenen und unten offenen Rohre m^2, welches im obern Theile von m befestigt ist und sich höher und tiefer schrauben läßt. In Folge des Gasdruckes steht nun die Flüssigkeit, welche den untern Theil des Gefäßes a erfüllt, auf der Außenseite von l etwas höher, als im Innern. Am Tage, wenn der geringste Druck stattfindet und überhaupt kein Gas ausströmen darf, stehen die beiden Flüssigkeiten etwa bei h und h', so daß der untere Rand von m^2

noch in der Flüssigkeit steht, das Gas aber nicht entweichen kann. Bei größerem Drucke, wie er Abends stattfindet, wird der untere Rand von m^2 frei, so daß das Gas auf dem durch die Pfeile angedeuteten Wege nach der Brenneröffnung gelangen kann. Aber da das Gefäß a außerhalb m weiter ist, als die Röhre m, so tritt die Flüssigkeit noch nicht an das Element c heran, und es entsteht noch kein Strom. Um daher das Gas zu entzünden, muß man für kurze Zeit den Druck um etwa 2 Millimeter erhöhen; dadurch wird der Strom erregt, der Platindraht geräth ins Glühen und das austretende Gas wird entzündet. Nachdem dieses geschehen, nimmt man den Extradruck wieder weg, und die Flamme brennt nun ruhig weiter.

Auf diese Weise kann man von einem Centralpunkte aus alle Laternen einer Stadt gleichzeitig entzünden und auslöschen; nur machen die durch die verschiedenen Verbrauchsverhältnisse bedingten Druckschwankungen in der Praxis noch manche Schwierigkeiten.

Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus

hat F. Zöllner der sächs. Ges. d. Wissensch. eine neue Theorie vorgelegt, deren Hauptpunkte wir hier kurz mittheilen.

Im vor. Jahrg. dieses Jahrb. (S. 26) ist berichtet worden, in welcher Weise Zöllner aus der Rotation der Sonne, ihrer intensiven Wärmestrahlung, der Existenz einer Atmosphäre und dem tropfbarflüssigen Zustande ihrer Oberfläche die Existenz von Driftströmungen an der Oberfläche der Sonne ableitet, aus denen er dann die Eigenthümlichkeiten in der Bewegung der Sonnenflecken erklärt. Solche oberflächliche Strömungen müssen auch noch fortbestehen, wenn die flüssige Masse sich mit einer festen Erstarrungskruste bedeckt hat; denn die wesentlichsten Ursachen dieser Strömungen sind die fortwährend von Innen nach Außen gerichtete Strömung der Wärme in der flüssigen Masse und ihre Rotation. An die Stelle der Wärmeausstrahlung tritt dann die Wärmeleitung durch die starre Kruste hindurch, die aber in der Flüssigkeit in derselben Weise wie dies bei der Sonnenoberfläche nachgewiesen worden, einen polaren Unterstrom und einen äquatorialen Oberstrom erzeugen muß. Dieser äquatoriale Oberstrom der glühenden Flüssigkeit wird

dann die Inkrustationsrinde auf ihrer innern Seite bespülen und vermöge der Rotation — gleich dem obern Passat — eine westliche Ablenkung erfahren. Da nun unsere Erde nach den Erfahrungen und Lehren der Geologie unter der obern verhältnißmäßig wenig dicken festen Kruste einen flüssigen Kern besitzt, so haben wir in diesem glühendflüssigen Kerne Oberflächenströme anzunehmen, die auf der nördlichen Halbkugel eine südlich-westliche, auf der südlichen aber eine nördlich-westliche Richtung haben.

Die Wirkungen dieser Ströme sind von verschiedener Art. Zunächst sind die mechanischen Wirkungen zu nennen, die sich namentlich dann, wenn die Kruste noch sehr dünn ist, in großem Maßstab geltend machen. Ferner machen sich thermische Wirkungen bemerklich, indem eine Abnahme der Ströme eine Steigerung der Temperatur zur Folge haben muß und umgekehrt. Eine dritte Art, wie sich die im Erdinnern vorhandenen Gluthströme uns zu erkennen geben können, besteht in den gesetzmäßigen Störungen des elektrischen Gleichgewichts, welche sie erzeugen. Wenn dabei die Richtung der entstehenden elektrischen Ströme gesetzmäßig an die Strömungsrichtung der glühenden Flüssigkeit geknüpft ist, so müssen an der Erdoberfläche magnetische Erscheinungen wahrnehmbar sein, welche in gesetzmäßiger Beziehung zur Rotation der Erde stehen.

Daß strömende Flüssigkeiten wirklich im Stande sind, elektrische Ströme zu erzeugen, hat Quincke schon im Jahre 1859 an den Diaphragmaströmen nachgewiesen. Als er reines Wasser durch einen porösen Körper strömen ließ, entstand ein elektrischer Strom, dessen Richtung mit der Bewegung der Flüssigkeit in der Weise zusammenhing, als ob die von der Strömung zuerst getroffene Platte das Zink, die zuletzt getroffene das Platin einer Grove'schen Säule wäre. Ein solcher Strom läßt sich auch ohne poröse Scheidewand in einem gewöhnlichen Flusse nachweisen, wenn man die eine Endplatte eines Galvanometerdrahtes in die schneller fließende Mitte, die andere näher am Ufer eintaucht. Diese elektrischen Ströme müssen auch stattfinden zwischen zwei in den Flüssigkeitsstrom ragenden Felsen, die durch den Erdboden leitend verbunden sind.

Vergegenwärtigt man sich nun die Oberströme in dem

tropfbarflüssigen Erdinnern, so müssen hier die felsigen Ungleichheiten auf der Innenseite der Inkrustationsrinde die eben besprochene Rolle spielen. Der von der Strömung zuerst getroffene Vorsprung wird sich wie das Zink, der zuletzt getroffene Vorsprung dagegen wie das Platin einer Grove'schen Säule verhalten und die Erdoberfläche zwischen beiden wird also von einem galvanischen Strome in entgegengesetzter Richtung — von Ost nach West — durchflossen.

Durch die Annahme so gerichteter Ströme lassen sich aber bekanntlich die allgemeinsten Erscheinungen des Erdmagnetismus erklären.

Aus dieser Vorstellung über den Ursprung des Erdmagnetismus folgt, daß alle Umstände, welche die Richtung oder Intensität der innern Gluthströme ändern, auch die Richtung und Intensität des Erdmagnetismus ändern müssen.

Solcher Umstände giebt es aber mancherlei. Vor allen Dingen ist zu beachten, daß die innere Seite der festen Erdkruste in ähnlicher Weise von den Gluthströmen angegriffen und umgebildet werden muß, wie dies bei der äußeren Fläche von Seiten des Wassers und der Atmosphäre geschieht. Es werden allmälig Ab- und Anspülungen stattfinden, welche wesentliche Aenderungen der Strömungen bewirken. Zöllner glaubt in diesen Veränderungen die Ursachen der säculären Variationen des Erdmagnetismus gefunden zu haben.

Aber auch plötzliche Aenderungen der Stromgeschwindigkeit, wie sie durch Losreißen und Herabstürzen von Theilen der innern Erdkruste, oder durch vulkanische Ausbrüche oder endlich durch die secundär hierdurch bedingten Erderschütterungen hervorgerufen werden, müssen eine Störung in der Stellung der Magnetnadel hervorrufen. Der Eintritt einer solchen Störung wird auf der ganzen Erde gleichzeitig wahrgenommen werden, da die Wirkung auf die Magnetnadel eine Resultante der Gesammtwirkung ist. Die Stärke der Störung hingegen nimmt mit zunehmender Entfernung vom Sitze der Ursache ab.

Zöllner macht dann darauf aufmerksam, daß auch andere rotirende Himmelskörper in analoger Weise magnetische Wirkungen äußern werden, wie unsere Erde. Nur ist hier ein Unterschied, je nachdem der Himmelskörper schon eine feste Kruste

hat oder noch nicht. In dem letzteren Falle befindet sich namentlich die Sonne. Da nach dem Rotationsgesetze die Strömungen in ihr durch die Reaktion der polaren Unterströme der Atmosphäre erzeugt werden, so sind diese Strömungen als nordöstliche entgegen gesetzt gerichtet den südwestlichen äquatorialen Oberströmen des glühendflüssigen Erdinnern. Es werden daher die Pole der Sonne die entgegengesetzte magnetische Polarität von denen der Erde haben. Auf der Sonne sind es übrigens die dichten und dampfreichen untersten Schichten der Atmosphäre, welche bei Erregung der elektrischen Ströme die Stelle der untern Theile der Inkrustationsrinde der Erde vertreten.

Aus dem eben Gesagten folgt, daß ein Weltkörper, wenn er vom glühendflüssigen Zustande durch Ausstrahlung allmälig in den festen übergeht, seine magnetische Polarität wechseln muß im Stadium der Krustenbildung. Die magnetische Polarität wird hier verschwinden, wenn die entstandenen Schlackenmassen, wie dies bei den veränderlichen Sternen der Fall ist, bereits den Charakter ausgedehnter Continente angenommen haben.

Von diesem Standpunkte aus ist also die Existenz einer magnetischen Beziehung zwischen der Sonne und den Planeten als eine physikalische Nothwendigkeit zu betrachten; Zöllner bespricht auch eine Menge hierher gehöriger Erscheinungen: die Beziehung der Sonnenflecke zum Erdmagnetismus und zu den Nordlichtern, das Schwanken des Magnetismus und der Nordlichter nach den Jahreszeiten, die plötzlichen Veränderungen auf der Sonnenfläche und in den Elementen des Erdmagnetismus, der Einfluß des Mondes und die Abhängigkeit des Erdmagnetismus von der Rotation der Sonne. (Ber. über die Verh. der kgl. sächs. Ges. der Wissensch. Mathem.-phys. Classe. 1871. S. 479 u. f.)

Was den letzteren Punkt,

die Abhängigkeit des Erdmagnetismus von der Rotation der Sonne

anlangt, so hat Director Hornstein in Prag in einer der Wiener Akademie vorgelegten Arbeit (Wiener Akad. Anzeiger, 1871, No. XVI) nachzuweisen versucht, daß die Aenderungen eines jeden der drei Elemente der erdmagnetischen Kraft eine Periode von 26,33 Tagen andeuten und er hält die Rotation

der Sonne für die Ursache dieser periodischen Veränderungen. Er betrachtet daher die genannte Zahl als das Resultat eines ersten Versuches, die synodische Rotationszeit der Sonne mit Hilfe der Magnetnadel zu bestimmen. Die wahre Rotationszeit der Sonne ergiebt sich hieraus = 24,55 Tage, also fast übereinstimmend mit dem aus Sonnenflecken-Beobachtungen abgeleiteten Werthe (nach Spoerer 25,541 Tage).

Indessen hat der Königliche Astronom von England, Airy, bei einer Prüfung dieses Satzes mittels der Greenwicher Beobachtungen 1850, 51, 52, 68, 69 und 70 Nichts gefunden, „was die Annahme einer periodischen Ungleichheit in 26 1/3 Tagen unterstützt.“ Die Sache bedarf also noch weiterer Untersuchungen.

Meteorologie.

Poëy's neue Eintheilung der Wolken.

Die mannichfachen Formen der Wolken haben schon seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Beobachter erregt. Bereits Aristoteles hat auf die Verschiedenheit der Wolken rücksichtlich der Lichtreflexion, der Entstehung von Regenbogen, Höfen rc. aufmerksam gemacht, während später sein Schüler Theophrast einzelne Wolkenformen als Verkünderinnen von Witterungsänderungen namhaft gemacht hat. Aber erst der französische Gelehrte Lamarck, der auf anderem Gebiete als Vorgänger Darwins neuerdings erst die gebührende Anerkennung gefunden, stellte im Jahre 1801 eine systematische Classification der Wolkenformen auf, und ein Jahr später folgte ihm der englische Meteorolog Luke Howard. Letzterer theilte bekanntlich die Wolken in die drei Haupttypen des Cirrus (Federwolke), Cumulus (Haufenwolke) und Stratus (Schichtwolke) mit den Unterarten und Uebergangsformen des Cirro-stratus (der fedrigen Schichtwolke), des Cirro-cumulus (der fedrigen Haufenwolke), des Cumulo-stratus und des Nimbus (der Regenwolke). Von diesen sieben Formen stimmen die fünf am meisten charakteristischen mit den fünf von Lamarck angegebenen Typen überein, wie folgende Vergleichung zeigt.

Lamarck		Howard
en balayures	. . .	Cirrus
en barre	. . . . .	Cirro-stratus
pommelés	. . . .	Cirro-cumulus
groupés	. . . . .	Cumulo stratus
en voile	. . . . .	Nimbus.

Die Howard'sche Terminologie ist bis auf den heutigen Tag bei den Meteorologen im Gebrauch geblieben. Zwar schlug Kämtz im Jahre 1832 eine neue Form, den Strato-cumulus oder die Nachtwolke vor; doch hat er selbst gegen Poëy später sich für das Wiederfallenlassen dieser Form ausgesprochen. Ebenso wenig hat ein Vorschlag des bekannten englischen Meteorologen Admiral James Fitzroy weitere Folgen gehabt, der dahin ging, die Howard'schen Namen mit den Endungen itus und onus zu versehen, um die schwächere oder stärkere Entwickelung der betreffenden Form anzudeuten, also Cirritus und Cirronus von Cirrus, Cirrito-stratus ꝛc.

Gleichwohl ist die Howard'sche Eintheilung in den meisten Fällen unzureichend. „Vollkommen ausreichend ist sie eigentlich nur in den einfachsten Fällen, insbesondere wenn bloß Cirri oder Cumuli, oder allenfalls beide den Wolkenhimmel bilden, die Wolken somit gleichsam im Entstehen begriffen sind, in den beiden Richtungen von oben nach unten (Cirrus) oder von unten nach oben (Cumulus), in welchen sich die Luftströme, auch abgesehen von den Passaten, bewegen." (K. Fritsch in der Zeitschr. der österr. Ges. f. Meteorologie, 1871, No. 19). Die interessantesten Bildungen dagegen, welche dem Kampfe des äquatorialen und polaren Luftstromes ihre Entstehung verdanken, lassen sich oft nicht mit Sicherheit classificiren.

Es ist daher vielen Meteorologen eine neue Classification der Wolken willkommen gewesen, die der frühere Director des Observatoriums in Havanna Andrew Poëy seit dem Jahre 1863 allmälig ausgebildet hat (vergl. New classification of clouds im Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution for 1870. Washington 1871 S. 432 u. f.; R. J. Mann in den Proceedings of the Meteorological Society, Vol. V, No. 53 und die schon citirte Abhandlung von Fritsch).

Die Hauptsache bei der Poëy'schen Classification ist die

Eintheilung der Wolken in hohe Schnee- oder Eiswolken und in niedere Wasserbläschen-Wolken; dann die Einführung der großen flachen Wolken der Mittelregion mit Uebergängen in Formen der Feder- und fedrigen Haufenwolken, oder deren Verdichtung und Herabsinken als dichte Regenwolken, in Uebereinstimmung mit den gleichzeitigen atmosphärischen Verhältnissen. Von den Howard'schen Formen werden die Feder- und Haufenwolke in ihrem Range als Grundformen beibehalten, desgleichen die zusammengesetzten Formen der fedrigen Schicht- und der fedrigen Haufenwolke. Dagegen hat Poëy die systematisch unbestimmte Schichtwolke und den Nimbus nebst der abgeleiteten Form der Haufenschichtwolke beseitigt. Statt deren sind drei neue, sehr bestimmte und charakteristische Formen eingeführt worden.

Die wichtigste dieser Formen ist das Pallium, die Deckenwolke (sheet-cloud), auf welche Poëy zuerst im Jahre 1863 in einer der Pariser Akademie überschickten Arbeit aufmerksam gemacht hat (Sur deux nouveaux types de nuages observées à la Havanna, dénommés pallium et fracto-cumulus. Comptes rendus, Vol. LVI, p. 361). Es ist das die graue oder aschfarbige Wolke, welche als gleichförmiges Lager den ganzen Himmel überzieht und aus welcher gewöhnlich einige Stunden, manchmal auch tagelang Regen fällt. Beim Beginn des Regens sind dann immer isolirte Wolken zu sehen, die sich an der Unterfläche des Palliums ansammeln und an Dicke und Masse zunehmen. Poëy nennt sie Pallio-cumulus, „echte Regenwolke."

Beim Fallen des Regens selbst sieht man dichte Wolkenlager (Pallium) in formlose Wolkenreste mit ebenen Grundflächen aufgehen, oder sich zu Haufenwolken mit runden Kuppen anhäufen, die sich von der Masse trennen und wegtreiben. Diese Fragmente nennt Poëy Fracto-cumulus oder „Windwolken." Vom Windstrome fortgetrieben lösen die Fracto-cumuli sich oft in flockige Ströme auf und verdünnen sich bis zur Durchsichtigkeit; aber an der Grenze des Luftstromes sammeln sie sich wieder zu echten Haufenwolken an. Der Fracto-cumulus erscheint so als junge und unfertige Form der majestätischen Haufen- oder „Bergwolke", andererseits als ein Bruchstück einer schwindenden Decken- oder „Regenwolke".

Wird aber beim Aufhören des Regens das dicke Lager der Regenwolken zerrissen, so sieht man durch die Wolkenlücken ein höheres und weißeres Wolkenlager, eine mit Federwolken gesättigte Regenwolke, der Pallio-cirrus Poëy's. Diese höhere Form des Pallium bildet sich immer einige Stunden oder Tage vor der dichtern Regenwolke, dem Pallio-cumulus und bei der Rückkehr des schönen Wetters verschwindet er zuletzt und geht in die Federwolke statt in den Fracto-cumulus über.

Diese beiden Arten des Palliums, das höher gelegene Eispallium und das tiefere Nebelpallium sind scharf von einander unterschieden. Wenn sie gleichzeitig vorkommen, was in den am besten charakterisirten Regenperioden stets der Fall ist, so sind sie immer durch eine neutrale Schicht der Atmosphäre getrennt. Nach Poëy ist der Pallio-cirrus negativ, der Pallio-cumulus positiv elektrisch und zwischen beiden finden beständig elektrische Entladungen statt.

Wir geben nun eine kurze Charakteristik der einzelnen Wolkenformen nach Poëy's Eintheilung und Benennung (Abbildungen davon findet man in dem Rep. of the Smiths. Inst.).

I. Lockere Wolke, curl-cloud, Cirrus (nach Howard).

Zarte, weißglänzende Wolkenfäden, gewöhnlich in einer Höhe von mehr als 6 engl. Meilen, nach der Richtung des Windes in die Länge gezogen in den mannichfachsten Gestalten (die „Katzenschwänze" der englischen Seeleute, roßschweifähnliche, haarförmige, federartige, fein pinselförmige und andere Formen), gebildet durch Anhäufung von Eistheilchen. Ihr Erscheinen und ihre Vermehrung verkündet den baldigen Eintritt schlechten Wetters, sowie ihre Verminderung oder ihr Verschwinden auf gutes Wetter deutet. Ihre Bewegung ist im Allgemeinen sehr langsam; oft erhalten sie sich sehr lange, wenn sie die einzigen Wolken sind und in großer Höhe schweben; die ersten Strahlen der aufgehenden und die letzten der untergehenden Sonne färben sie je nach ihrer Dichte mehr oder minder rosig.

II. Federwolke, thread-cloud, Cirro-stratus (Howard).

Kleinere, dichtere, mehr verzweigte Wolkenfäden, mehr oder weniger in eine ununterbrochene Schicht gewebt, tiefer

stehend und dichter als vorige, oft beinahe undurchdringlich für die Sonnenstrahlen, auch von rascherer Bewegung, am Horizonte das Ansehen langer und schmaler Bänder annehmend. Das Erscheinen des Cirro-stratus deutet auf Wind und Regen, fast immer zeigt er sich in den Pausen der Stürme; er bietet am häufigsten das Phänomen der Sonnen- und Mondhöfe, manchen Beobachtern zufolge auch der Nebensonnen und Nebenmonde dar.

III. Fedrige Haufenwolke, curdled cloud, Cirro-cumulus (Howard).

Kleine getrennte Wolkenbälle, ähnlich den Flocken gekrempelter Wolle, zerstreut über den Himmel; dem Wesen nach fedrige Schichtwolken mit zu Schneebällen abgerundeten Eisnadeln, die sich entweder beim Sinken in eine tiefere Schicht der Atmosphäre oder durch eine geringe Temperaturerhöhung bilden: die Schichtung getrennt in zerstreute Wolkenfetzen oder Bälle, wesentlich Schneewolken, aber unterschieden von den Eiswolken, in einer wenig niedrigeren Region als die fedrige Schichtwolke schwebend, von rascherem Zuge als letztere. Wie diese rothgefärbt von den Strahlen der auf- und untergehenden Sonne. Es sind unsere „Lämmerwolken", die frizzled clouds der Engländer; wenn sie den ganzen Himmel überziehen, so giebt das den ciel moutonné oder ciel pommelé der Franzosen, den cielo empedrado der Spanier.

IV. Deckenwolke, sheet-cloud, Pallio-cirrus (Poëy).

Das obere Lager eines ausgedehnten, dichten, langsam ziehenden Wolkenmantels, aus Federwolken und Federschichtwolken gebildet; bei ihrem Sinken in eine tiefere Region und durch starkes Anwachsen das baldige Eintreffen von Regenwetter anzeigend, während ihr Schwinden schönes Wetter in Aussicht stellt; früher gebildet und länger bestehend als das noch tiefere Lager des Palliummantels; negativ elektrisch wie die Luft am Boden und von dem tieferen Lager des Pallium durch eine klare, neutrale Luftschicht getrennt.

V. Regenwolke, Rain-cloud, Pallio-cumulus (Poëy).

Das tiefere Lager eines ausgedehnten dichten Wolkenmantels, durch Verdichtung und Anhäufung ungefrornen Wasser-

dunstes gebildet; positiv elektrisch, die unmittelbare Quelle des wirklich fallenden Regens, in eine etwas höhere Region der Atmosphäre reichend als der Cumulus, aber von der Region des Eis-Palliums oder des Pallio-cirrus durch eine klare Luftschicht getrennt. Bei Gewittern finden häufige elektrische Entladungen zwischen dem Pallio-cumulus und dem höheren entgegengesetzt elektrischen Pallio-cirrus statt, während das Lager des Pallio-cumulus fortwährend seinen Ueberschuß an Wasser, frei von jeder elektrischen Erregung, herabgießt. Bei der Rückkehr des schönen Wetters verdünnt sich der Pallio-cumulus, bricht auf und läßt das höhere Lager des Pallio-cumulus sehen. Die Auflösung wird theils durch das Wiederverdampfen des verdichteten Dunstes, theils durch das Abtreiben von Bruchstücken als besondere Form des Fracto-cumulus in dem Luftstrome bewirkt.

VI. Windwolke, Wind-cloud, Fracto-cumulus (Poëy).

Getrennte Bruchstücke des sich auflösenden Pallio-cumulus, von unbestimmter, unregelmäßiger, unendlich mannichfaltiger Form, mit zerrissenen Rändern, von weißlicher, grauer oder schieferblauer Farbe je nach ihrer Dichte, rasch fortgeführt von dem tiefern Luftstrome und sehr häufig übergehend in den eigentlichen Cumulus. Sie sind die tiefsten und am raschesten gehenden aller Wolkenformen. Sowie ein Sturm in der Ferne ausgebrochen ist, sehen wir sie in Eile dahin jagen, fast die Gipfel der Bäume berührend, ihre Ränder zerrissen und weiß, lebhaft contrastirend mit der höher liegenden Schicht des Pallio-cumulus. Oft ziehen sie längere Zeit, Tag und Nacht, von Nordost nach Südwest über den Himmel weg, der übrigens völlig klar ist. Auf den Antillen bringen sie die unangenehmen Winterregen, in Europa die Märzstürme. Sie folgen dem Laufe des Windes an der Erdoberfläche; ist dieser Wind ihrer Richtung entgegen, so schlägt er bald um.

Vor Hereinbruch eines Sturmes erscheint gewöhnlich eine Reihe sehr kleiner Fracto-cumuli, welche sehr rasch längs einer oft fast unbeweglichen gewaltigen Cumulusmasse aufsteigt, die am südlichen Horizonte steht. Bald werden diese Windwolken häufiger, ihre Geschwindigkeit nimmt ab, und sie verdecken nun als ein horizontales Band den oberen Theil der Cumuli. Das

ist ein warnendes Zeichen für den Seefahrer, es verkündet einen Windstoß. Die Windwolken entwickeln sich mehr und mehr, bald findet ein Austausch der verschiedenen Elektricitäten zwischen ihnen statt, und der Sturm bricht herein.

VII. Bergförmige Wolke, Haufenwolke, Mount-cloud, Cumulus.

Getrennte Wolkenmassen mit bald mehr, bald weniger horizontaler und geschichteter Basis, zu berggipfelähnlichen Massen aufgethürmt, erzeugt durch die aufsteigenden Luftsäulen, welche den Dunst in die höheren und kühleren Regionen der Atmosphäre führen, wo seine Condensation rascher von statten geht; gebildet aus ungefrornen Dünsten und den unteren Regionen der Atmosphäre angehörend. Massen von zerfallenden Pallio-cumulus sind sehr oft am Horizont im Aufbau zu Haufenwolken, mit oder ohne Mitwirkung von Fracto-cumulus zu sehen.

Zur Statistik der Blitzschläge.

In einem in der 75. Hauptversammlung des sächs. Ingenieur- und Architekten-Vereins am 19. Nov. 1871 in Leipzig gehaltenen Vortrage hat der sächs. Regierungsrath Gutwasser auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam gemacht, daß die Zahl der Blitzschläge auf Gebäude, wenn auch von Zeit zu Zeit schwankend, in einer allmäligen Zunahme begriffen ist.

Diese Zunahme zeigt sich sehr deutlich an den Erfahrungen, die man in den 30 Jahren von 1841 bis 1870 im Königreich Sachsen auf dem allerdings beschränkten Gebiete von 272 Quadrat-Meilen gemacht hat. Es sind nämlich hier in dem genannten Zeitraume im Ganzen

1630 schadenverursachende Blitzschläge

auf Gebäude gefallen, wobei indessen in den ersten 8 Jahren die in der Oberlausitz vorgekommenen Blitzschläge gar nicht und bis mit 1858 die „kalten" Schläge nicht vollständig mitgezählt sind[1]). Mit Einrechnung der vorstehend nicht mitge-

[1]) Bis 1848 bestanden in Sachsen zwei getrennte Immobiliar-Brandversicherungs-Anstalten, bei denen sämmtliche Gebäude versichert werden mußten, eine für die Erblande, die andere für die Oberlausitz; 1849 wurden sie zu einer Anstalt verschmolzen, deren Erfah-

zählten Schläge kann man die Zahl der schadenbringenden Blitzschläge in diesem Zeitraume auf

2135 bis 2140

veranschlagen.

Was nun die Vertheilung auf die einzelnen Jahre betrifft, so ereigneten sich

im Jahre 1841 in den sächs. Erblanden 12 zündende und 2 kalte, zusammen 14 Blitzschläge,

in dem heißen und trocknen, aber in Sachsen gewitterarmen Jahre 1842 nur 7 zündende und 2 kalte, zusammen 9 Blitzschläge auf Gebäude, worunter keiner im Voigtlande oder eigentlichen Erzgebirge. Ferner fielen

im Jahre 1843:	15 zündende	und 1 kalter,	zusammen	16	Schläge,
" " 1844:	7 "	" 1 " ,	"	8	" ,
" " 1845:	13 "	" 1 " ,	"	14	" .

Seitdem ist die jährliche Gesammtzahl nie mehr auf 9 oder 8 zurückgegangen, sondern hat sich im Ganzen fortwährend gesteigert, und zwar betrug sie

im Jahre 1859 . . .	64
" " 1860 . . .	77
" " 1861 . . .	83
" " 1862 . . .	44
" " 1863 . . .	64
" " 1864 . . .	70
" " 1865 . . .	103
" " 1866 . . .	92
" " 1867 . . .	112
" " 1868 . . .	138
" " 1869 . . .	76
" " 1870 . . .	122
im Jahre 1871 bis November . . .	105.

Die Zunahme beträgt also in den letzten 12 Jahren gegen 100 Procent, während die Zahl der Gebäude sich nur um etwa 3 Procent vermehrt hat.

Dieselbe Thatsache, die Zunahme der Blitzschläge, ist übri-

rungen obige Zahlen entnommen sind. Erst seit 1858 wird für die durch kalte Schläge verursachten Beschädigungen Ersatz geleistet, daher erst von diesem Jahre an diese Schläge regelmäßig gemeldet werden. Eine Meldung der Blitzschläge, welche unschädlich an dem Ableiter herunter gehen, findet in Sachsen nicht statt, und es ist wohl auch anderwärts kaum das nothwendige Material zu einer einigermaßen zuverlässigen Statistik derselben vorhanden.

gens auch in andern Theilen Deutschlands z. B. in der preuß. Provinz Sachsen, in der Rheinprovinz, in Posen und anderwärts beobachtet worden. Namentlich hat sie sich auch für Bayern sehr deutlich herausgestellt. Dort besteht für den diesseit des Rheins gelegenen Landestheil (1289 Q.-Meil.) eine Gebäude-Versicherungs-Anstalt und für die Pfalz (105 1/2 Q.-M.) eine andere. Das reiche Material, welches die Akten der Bayer'schen Landesversicherungsanstalt enthalten, veranlaßte den Director von Bezold in München zu Nachforschungen über dies-geographische Vertheilung der Gewitter, und dabei stellte sich auch die Thatsache der Zunahme der Gewitter mit Evidenz heraus; v. Bezold sagt hierüber Folgendes:

„Faßt man die Vertheilung (der Gewitter) innerhalb der ganzen zu Gebote stehenden Zeit von 33 Jahren[1]) ins Auge, so findet man, daß seit Ende der dreißiger Jahre die Anzahl der auf die einzelnen Jahre treffenden Fälle in ununterbrochener Zunahme begriffen ist.

Die auf einen Zeitraum von mehr als 60 Jahren sich erstreckenden Peißenberger Beobachtungen[2]) zeigen einen analogen Verlauf und lassen ebenfalls gegen Ende der dreißiger Jahre ein Minimum in der Zahl der auf ein Jahr treffenden Gewitter erkennen, während sie von da nach beiden Seiten zu, d. h. vorwärts und rückwärts wächst. Und zwar zeigt sich im Allgemeinen ein so continuirliches Wachsen nach beiden Seiten, daß man mit Berücksichtigung der Aenderung in diesem Wachsthum fast auf eine große Periode von 90 Jahren schließen möchte, wenn nicht ein solcher Schluß vom Kleinen auf's Große allzu gewagt erschiene."

Aus dem Gutwasser'schen Vortrage sei außerdem noch bemerkt, daß von den erwähnten 1620 Blitzschlägen im Königreich Sachsen auf die einzelnen Monate fallen

auf den Januar . . .	6	oder	0,37	Proc.
„ „ Februar . . .	3	„	0,19	„
„ „ März	7	„	0,43	„
„ „ April	48	„	1,41	„
„ „ Mai	278	„	17,16	„
„ „ Juni	528	„	32,60	„

[1]) Dieser Zeitraum schließt die sächsische Beobachtungsperiode ein.

[2]) Auf der Sternwarte, einem ehemaligen Kloster auf dem „hohen Peißenberge" zwischen St. Schongau und Weilheim in Oberbayern angestellt.

auf den	Juli	413	oder	25,50	Proc.
„ „	August	182	„	17,41	„
„ „	September	47	„	1,40	„
„ „	Oktober	3	„	0,19	„
„ „	November	2	„	0,12	„
„ „	December	3	„	0,19	„

Dabei ist noch zu erinnern, daß in der ganzen dreißigjährigen Periode von 1841 bis 1871 nur in den Jahren 1867, 68 und 69 auch in den Monaten November und December Blitzschläge auf Gebäude vorgekommen sind.

Neuere Untersuchungen über das Nordlicht.

Die prachtvollen Nordlichterscheinungen der vergangenen Winter haben die Aufmerksamkeit mehr denn zuvor auf dieses Phänomen gelenkt und einestheils Gelegenheit zu thatsächlichen Beobachtungen, anderntheils Anlaß zu theoretischen Erörterungen gegeben. Wir beginnen mit der Aufzählung der Beobachtungsresultate und erwähnen hier zuerst die

Höhenbestimmungen. Aeltere Forscher schreiben bekanntlich, z. Th. auf Grund von Parallaxen-Bestimmungen, dem Nordlichte bedeutende Höhen zu, Mairan z. B. giebt bis 120 geogr. Meilen an. Andere Beobachter dagegen, namentlich solche, welche Gelegenheit hatten, Nordlichter in den arktischen Gegenden kennen zu lernen, halten die Erscheinung für weit weniger entfernt. Zur Unterstützung dieser letzteren Ansicht führt Ozlim Lemström, ein Mitglied der schwedischen Nordpolarexpedition von 1868, einige interessante Beobachtungen an.

Als am 25. Oktober das Schiff sich zwischen dem Festlande von Spitzbergen und einer im Norden und Süden den Horizont mit etwa 300 Meter hohen Bergen umfassenden Insel (79° 39′ n. Br. u. 11° 7′ ö. L.) befand, war auf dem Rücken des Gebirges im Süden ein starkes Polarlicht sichtbar, das sich 10 bis 15° über das Gebirge erhob, an der Basis ein gelblich-diffuses Licht bildend, weiter oben aber die Form vertikaler orangefarbiger Streifen und zuletzt feiner, scharfer Spitzen annehmend. Der Gipfel des Gebirges war umgeben von einem leichten, vom Winde von ONO nach WSW getriebenen Nebel. In wenig Minuten hatte dieser das Gebirge über-

schritten, die Strahlen verschwanden, aber der Kamm blieb umgeben von einem schwachen gelben Leuchten, das die von Angström entdeckte, für das Nordlicht charakteristische gelbe Spektrallinie zeigte. Um 11 1/2 Uhr fingen die obern Ränder des Nebels an in einem diffusen, gelblichweißen Lichte zu leuchten, das sich in einer Minute in gelbe und röthliche Strahlen verwandelte. Gleichzeitig begann im Norden ein Aufstauen der hellen Nebelränder, von denen einzelne, die Wolken verbindende Lichtstrahlen ausgingen. Am nächsten Tage war der Kamm des Gebirges fast vollständig mit Schnee bedeckt. Abends erschienen wieder Strahlen, die von einem längs des Gebirgskammes hinziehenden Nebel auszugehen schienen; auch sie zeigten im Spektrum die gelbe Linie.

Am 30. Sept. erschienen auf der Insel Amsterdam alle Gipfel und Zacken bis hinauf zu den höchsten von einem blassen Lichte eingehüllt, besonders wenn sie von einem Nebelschleier verdeckt waren; und dieses Leuchten der Nebel an ihren oberen Rändern und hin und wieder das Austreten von Lichtstrahlen aus ihnen, welche stets die Spektrallinien des Nordlichtes zeigten, nahm mit dem Vorschreiten der Jahreszeit immer mehr zu. Im Oktober wurden in gleicher Weise leuchtende und Strahlen aussendende Wolken gesehen, die sich regelmäßig in Schnee auflösten und dadurch dem Phänomen ein Ende machten, das sich sonst mit der vom Winde bewegten Wolke hin und her bewegte.

Aehnliche Erscheinungen, eine leuchtende, den Gipfel eines Berges verhüllende Wolke, aus der bisweilen Lichtstrahlen schossen, hat auch schon früher Sabine, als er behufs Bestimmung der magnetischen Intensitätslinien einige Tage vor Lough-Scavig auf der Insel Sky vor Anker lag, beobachtet. Doch hielt derselbe das Ganze für kein eigentliches Nordlicht.

Lemström glaubt nun auf Grund seiner Beobachtungen, daß die niedrigsten Angaben, welche dem Nordlichte eine Höhe von 3000 Fuß (Parry) oder gar bloß 2480 Fuß (Farquharson) anweisen, wohlberechtigt sind; denn die erwähnten Beobachtungen zeigen, daß die Nordlichter in den Wolken ihren Sitz haben und mit denselben sich auch tief herabsenken. Ueberhaupt hält Lemström die Nordlichter nur für continuirliche Entladungen der Wolkenelektricität in hohen Breiten und die Ursache dieses

continuirlichen Ausströmens der Elektricität sucht er in der constant hohen relativen Feuchtigkeit der Luft.

Wirkliche Bestimmungen der Parallaxe sind von J. H. L. Flögel in Kiel vorgenommen worden (Ztschr. der österr. Ges. für Meteorologie, 1871, No. 21 u. 23). Derselbe hat mit Benutzung einer Menge anderwärts veröffentlichter Beobachtungen, sowie des ihm von Heis in Münster und Jelinek in Wien überlassenen handschriftlichen Materiales für eine größere Anzahl Nordlichterscheinungen die Entfernung der Nordlichtstrahlen von den Beobachtern und ihre senkrechte Höhe über der Erdoberfläche zu ermitteln gesucht. Damit Beobachtungen zu solchen Zwecken brauchbar sind, ist eine genaue Zeitangabe nöthig, sowie eine Bezeichnung der Sterne und Sternbilder, welche ein Theil des Nordlichtes bestrichen hat und welche, je nach dem Standpunkte der Beobachter, für jeden derselben andere sind. Flögel hat in dieser Beziehung genauer untersucht die Nordlichter vom 24. September, 25. September, 24. October und 25. October 1870, und aus dieser Untersuchung folgende Schlüsse gezogen.

Das Nordlicht ist eine Lichterscheinung in Regionen, die entweder ganz außerhalb unserer Atmosphäre, also im Weltenraum, oder so liegen, daß nur der unterste Theil noch in die äußersten Schichten der Luft hineinragt.

Eine genaue Bestimmung der untern Grenze liegt allerdings nicht vor, doch geben die Berechnungen der vorhandenen Beobachtungen bezüglich der Basis einzelner Strahlen mehr oder weniger zuverlässige Höhen von 20 bis 25 geogr. Meilen, ja eine sehr gute Bestimmung, einen in Münster und Schleswig am 25. October 1870 beobachteten Strahl betreffend, giebt selbst bis 40 Meilen Höhe der Basis, während die Ableitungen aus den Lichtnebeln (24. Sept. 1870) noch 10 Meilen als Minimum nachweisen. Ein Zusammenhang der Nordlichter mit Wolken, Gewittern und sogenannten Polarbanden (Cirrusstreifen in der Richtung des magnetischen Meridians) ist daher nach Flögel nicht anzunehmen. Diese meteorologischen Vorgänge vollziehen sich alle in weit geringeren Höhen, die in unseren Breiten schwerlich 2 Meilen übersteigen; außerdem sind

sie durchaus lokale Erscheinungen im Gegensatz zum Nordlichte, welches ganze Continuente umspannt.

Der dem Raume nach größte Theil des Nordlichtes ist ein Lichtmeer von weißem Lichte.

Wahrscheinlich hat dasselbe sein Centrum im magnetischen Pole und ergießt sich mehr oder weniger weit nach Süden. Genaueres über seine ungeheure Ausdehnung wird sich erst ermitteln lassen, wenn correspondirende Beobachtungen aus höheren Breiten und sehr weit von einander entfernten Orten vorliegen. Bei Nordlichtern, die bei uns klein erscheinen, erreicht dieses Lichtmeer wohl kaum den Polarkreis; wenn es bis zur Breite von Stockholm herabreicht, so haben wir in Deutschland schon ein großes Nordlicht; bei den großen Nordlichtern vom 24. u. 25. Oktober 1870 war dasselbe bis Hamburg ergossen.

Ueber die Dicke dieser Lichtschicht läßt sich wegen der Schwierigkeit der Angabe sicherer Punkte in einer so großen Lichtausbreitung nicht gut etwas Genaues feststellen. Daß es aber in den höchsten Theilen über 30 Meilen von der Erde entfernt sein muß, geht daraus hervor, daß häufig recht kleine Nordlichter, bei denen das Lichtmeer z. B. in der Breite von Stockholm nur als niedrige allgemeine Helle am Nordhimmel erscheint, auch mitten in Deutschland noch als Lichtproceß wahrgenommen werden.

Das allgemeine Lichtmeer ist durch einen in der Richtung magnetischer Parallelkreise streichenden Saum begrenzt, der auf mehr oder weniger ausgedehnten Strecken die Erscheinung der Strahlung hervorbringt.

Die Strahlung scheint ausschließlich auf diesen Saum beschränkt; Beobachter im Norden desselben sehen die Strahlen am Südhimmel und bemerken am Nordhimmel nur das allgemeine weiße Licht. So war es wenigstens am 24. und 25. October 1870. Der Saum kann wahrscheinlich eine bis 100 Meilen steigende Breite haben.

Dieser Saum wird in der Regel kurz vor einer Strahlungsperiode in Form einer oder mehrerer concentrischer Lichtwellen vom allgemeinen Lichtmeer abgestoßen; der hinter dieser Lichtmenge

verbleibende lichtlose Raum ist das bekannte dunkle Segment.

Dieses „dunkle Segment" hält Flögel für nichts eigentlich zum Nordlicht Gehöriges, weder für etwas Wolkenartiges, noch für einen trüben Duft, sondern nur für einen Mangel an Licht; seine Färbung hält er für eine Contrastwirkung.

Der strahlende Saum zerfällt gewöhnlich in eine Anzahl sekundärer Gebiete oder Strahlungsfelder.

Nach den Erscheinungen im September und Oktober 1870 zu urtheilen, sind diese Strahlungsfelder in der Richtung von Nord nach Süd meist sehr schmal, oft kaum 10 Meilen breit, aber ausgedehnt von Ost nach West. Steht man, das Gesicht nach Norden gewendet, vor einem solchen Strahlungsfelde, so sieht man von allen Punkten des bogenartigen Saumes Strahlen ausgehen; hat man das Strahlungsfeld aber zur Seite, im Osten oder Westen, so sieht man es im Querschnitt und erblickt dann fast constante und scheinbar unveränderte Strahlen.

Die Strahlungsfelder scheinen sich mit großer Geschwindigkeit in der Richtung der magnetischen Parallelkreise nach Westen zu bewegen. Wenigstens glaubt Flögel, daß es nicht die Strahlen selber, sondern die Strahlungsfelder sind, denen diese wiederholt beobachtete Bewegung zukommt.

Die Strahlungsfelder entsenden nach oben säulenartig angeordnete Lichtmassen, die eigentlichen Strahlen, welche im Raume in der Richtung der magnetischen Inclinationsnadel liegen.

Nach den Gesetzen der Perspektive zeigen diese Strahlen aller Orten mit der Spitze nach demjenigen Punkte am Himmel, auf welchen die Inklinationsnadel mit ihrem Südende hinweist.

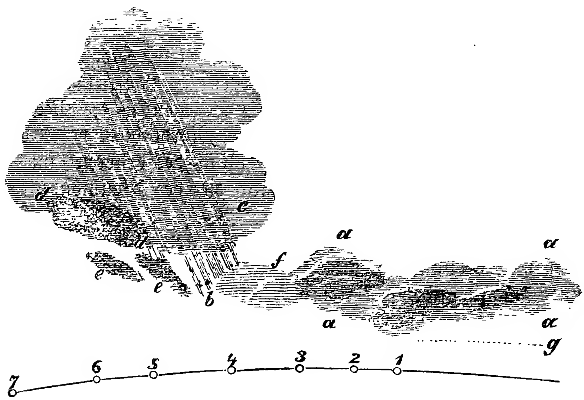
Die Höhe der Basis der Strahlen ist verschieden; die Beobachtungen geben durchgängig 20 bis 25 Meilen, unsichere gehen bis 14 Meilen herunter, die größte Höhe dürfte nicht über 40 Meilen sein. Die Höhe der Spitzen der Strahlen übersteigt bei größeren jedenfalls 70 Meilen, wahr-

scheinlich oft über 100 Meilen; nirgends sind 200 Meilen nachgewiesen.

Die Strahlen haben unten stets weißes Licht und gehen an der Spitze in rothes Licht über.

Das Gegentheil von dieser sonst in unseren Breiten gewöhnlichen Erscheinung scheint stattzufinden, wenn man ein

Fig. 21.



Das große Nordlicht vom 25. Oktober 1870 im Momente der großen Strahlung, 6 Uhr 52 Min. Berl. Zeit, im Längsschnitte parallel einem durch Deuschland gehenden magnetischen Meridan; nach J. H. L. Flögel.

aa das allgemeine Lichtmeer von weißem Lichte;

b der strahlende Saum;

c Strahlen;

d der rothe, den Saum begrenzende Bogen;

ee kleine Wellen weißen Lichtes, welche den nördlichern Beobachtern als weiße Bogen über dem Südhimmel erscheinen;

f entweder eine Lücke oder eine verdünnte Stelle der Lichtmasse, welche südlichern Beobachtern als das dunkle Segment erscheint;

g Grenze der Atmosphäre, wo sie noch Licht der Sonne reflectirt;

1—7 Punkte auf der Erdoberfläche: 1 Schleswig, 2 Hamburg, 3 Berlin, 4 Dresden, 5 Regensburg, 6 Wien, 7 Triest.

Nordlicht von hinten, d. h. am Südhimmel sieht, und, wie am 25. October, ein rother Begrenzungsbogen vorhanden ist. Auch frühere Beobachter in Polargegenden haben als Regel angegeben, daß die Strahlen unten roth und oben weiß sind.

Zu den sonderbarsten und nicht bei jedem Nordlichte vorfallenden Erscheinungen gehört das Schleudern weißer Lichtnebel (am 24. Spt. 1870) und der rothe, ruhig leuchtende Bogen ohne Strahlen an der Südgrenze des Phänomens (am 24. und 25. Oktober).

Aus der Höhe des Phänomens zieht Flögel noch den Schluß, daß es für manche Gegenden Nordlichter bei hellem Sonnenschein giebt, wogegen er die Möglichkeit der thatsächlichen Beobachtung eines Nordlichtes bei Sonnenschein wegen der geringen Lichtintensität des ersteren (im Allgemeinen 100000 mal geringer als die des Vollmondes) stark bezweifelt.

Endlich hat Flögel noch einen idealen Durchschnitt des großen Nordlichtes vom 25. Oktober 1870 in der Richtung eines magnetischen Meridianes seiner Arbeit beigegeben, von welcher Zeichnung unsere Fig. 21 eine verkleinerte Copie ist.

Auf eine eigenthümliche Methode zur Höhenbestimmung des Nordlichtes hat der Director der Breslauer Sternwarte, J. G. Galle, bei Gelegenheit der Beschreibung des großen Nordlichtes vom 4. Februar 1872 aufmerksam gemacht (Astr. Nachr., No. 1877 u. 1882). Es wurde bei diesem Phänomen von Galle und E. Reimann der Convergenzpunkt der die sogenannte Krone bildenden Strahlen bestimmt, und zwar befanden sich die Beobachter an ganz verschiedenen Stellen, Galle auf der Sternwarte, Reimann an freigelegenen Orten der Stadt. Als Mittel für die Lage dieses Convergenzpunktes fand

	Azimut	Höhe
Reimann (7 Beob.)	349°, 6	58°, 8
Galle (4 Beob.)	350, 3	61, 9;

für das magnetische Zenit von Breslau (die Richtung der Magnetnadel in Breslau) aber hat man

Azimut = 349°, 7, Höhe = 65°, 5.

Während also innerhalb der Grenzen der Genauigkeit, welche man von derartigen Beobachtungen erwarten darf, das Azimut des Convergenzpunktes mit dem magnetischen Meridian übereinstimmt, ist die Höhe des beobachteten Convergenzpunktes bedeutend niedriger als die des magnetischen Zenites, und man erhält einen noch niedrigeren Werth ($55^{\circ},3$ im Mittel), wenn man nur diejenigen Reimann'schen Beobachtungen zu Hilfe nimmt, welche sich auf südliche Strahlen beziehen.

In ähnlicher Weise ergab sich auch bei dem Nordlicht vom 25. Oktober 1870 eine Abweichung der Krone nach Süden, und zwar betrug dieselbe nach Reimann $5^{\circ},2$, nach Galle $3^{\circ},2$. Aus der Vergleichung der Breslauer Beobachtungen dieses Nordlichtes mit anderwärts angestellten leitete Reimann durch Parallaxen-Rechnung einige Bestimmungen der Höhe ab, welche zeigten, daß die Erscheinung weit jenseits der gewöhnlich angenommenen Grenze der Atmosphäre liegen mußte, und bei dieser Gelegenheit machte er auch rücksichtlich der erwähnten Abweichung des Convergenzpunktes die Bemerkung, daß eine solche südliche Abweichung nothwendig und einfache Folge des Umstandes sei, daß die weit entfernten Strahlen der Nordlichtskrone über einer beträchtlich südlicheren Breite schweben, wo die Inclination bereits um mehrere Grade geringer ist. Dieß brachte denn Galle auf den Gedanken, daß damit auch ein Mittel der Höhenbestimmung aller derjenigen Nordlichtstrahlen gegeben sei, welche die Krone bilden, oder welche an irgend welchen anderen Theilen des Himmels zur Ermittelung der Convergenzpunkte benutzt werden können, und zwar ohne correspondirende Beobachtung an anderen Orten.

Bedeutet u° die beobachtete Abweichung, so liegt nach den Lamont'schen Karten im mittleren Europa derjenige Punkt der Erde, für welchen der beobachtete Convergenzpunkt das magnetische Zenit bildete, um umgefähr $5/9\ u^{\circ}$ oder $8\,1/3$ u Meilen weiter nach Süden (in Richtung des magnetischen Meridianes), und wenn h die scheinbare Höhe eines Strahles ist, so ist seine wirkliche Höhe in geogr. Meilen

$$z = 8\,1/3\ u \tan h.$$

Bei dem Nordlichte vom 4. Febr. 1872 ist z. B. nach Galles Beobachtungen $u = 65^\circ,5 - 61^\circ,9 = 3^\circ,6$, demnach $8\frac{1}{3}\,u = 30$ geogr. Meilen. Die Höhe der Krone war $61^\circ,9$ und da $\tan 61^\circ,9 = 1,873$ ist, so ergiebt sich für die Höhe eines Strahles der Krone der Werth

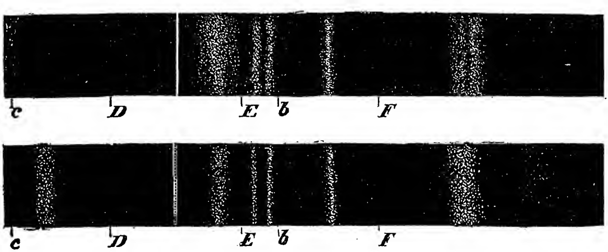
$$30 \cdot 1,873 = 56 \text{ geogr. Meilen.}$$

Aus den Reimann'schen Beobachtungen ergiebt sich der damit leidlich stimmende Werth von 60 Meilen.

Für die Nordlichtkrone am 25. October 1870 ergiebt sich aus den Galle'schen und Reimann'schen Beobachtungen eine Höhe von 72 geogr. Meilen; der Punkt, über welchem die Krone stand, lag, 40,5 Meilen südlich von Breslau. Damit stimmt auch die Angabe von Flögel, welcher bemerkt, daß bei der großen Strahlung (6 Uhr 46 Min. bis 7 Uhr 48 Min.) die Lothpunkte aus den Spitzen der Strahlen durchgängig in die Breite von Wien, bisweilen noch südlicher fielen und daß die senkrechte Höhe der Spitzen 70 bis 80 Meilen betrug.

Ueber das Spektrum des Nordlichtes haben Vogel und Lohse in Bothkamp mehrfache Beobachtungen angestellt (Ber. über die Verh. der sächs. Ges. d. Wissensch. Math.-phys. Classe, 1871). Fig. 22 zeigt uns zwei Spektra des

Fig. 22.



Nordlichtes vom 9. April 1871 nach Vogel, und zwar gehört das obere Spektrum den hellsten, grünlich gefärbten Theilen des Nordlichtes, das untere dagegen den rothen Strahlen an.

Was nun die einzelnen Linien und Lichtbänder des Spektrums anlangt, so ergiebt sich aus den Bothkamper Beobachtungen die Wellenlänge der bekannten hellsten Linie zu

0,00055713 Millimet. mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,000000092 Millim.

Angström (Recherches sur le Spectre solaire) hat 0,0005567, Winlock (Amer. Journ. of Science XLVIII) 0,0005771 angegeben. Vogel hat nachgewiesen, daß sich diese Linie, wenn auch nur ganz schwach, im Spektrum des Stickstoffes wiederfindet. Das relativ intensive Auftreten derselben im Nordlichtspektrum findet er „bei der großen Veränderlichkei der Gasspektra unter verschiedenen Druck- und Temperaturverhältnissen" nicht befremdend.

Auch das Lichtband im rothen Theile des Nordlichtspektrums (0,0006297 Millim.) entspricht einer Liniengruppe im Stickstoffspektrum, und ebenso fällt die wegen großer Lichtschwäche nur sehr ungenau bestimmte dritte Nordlichtlinie (0,000539 Millim.) mit einer Stickstofflinie zusammen. Die nächste, ziemlich helle Nordlichtlinie (0,0005233 Millim.) findet sich sowohl im Spektrum des Stickstoffes, als auch der atmosphärischen Luft wieder, und die fünfte Linie (bei b; 0,0005189 Millim.) gehört dem Sauerstoffspektrum an, wo sie unter sehr verschiedenen Verhältnissen auftritt. Sehr genau coincidirt ferner die sechste Linie des Nordlichtes (0,0005004 Millim.) mit der bekannten, in den Spektren einiger Nebelflecken auftretenden Stickstofflinie (s. oben S. 66). Endlich wird es auch nicht unwahrscheinlich, daß das breite Lichtband jenseits F (0,0004694 bis 0,0004629 Mm.) dem Stickstoff angehört, da sich im Stickstoff, wie auch im Luftspektrum an der entsprechenden Stelle mehrere Linien befinden.

Zwar läßt sich auch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler eine Coincidenz verschiedener Nordlichtlinien mit den Spektrallinien anderer Körper, insbesondere des Eisens nachweisen; aber es bleibt doch wahrscheinlicher das Nordlichtspektrum mit Zöllner als eine Modification des Luftspektrums anzusehen. Uebrigens hält es Vogel angesichts der großen Variabilität der Gasspektra einerseits und der großen Dicke der Luftmassen andererseits, durch welche beim Nordlicht muthmaßlich die elektrische Entladung stattfindet, für nicht wahrscheinlich, daß man dahin gelangen wird, auf künstlichem Wege ein Spektrum zu erzeugen, welches in allen Theilen dem des Nordlichtes gleich kommt.

Indem wir uns nunmehr zu den neuerdings an's Tageslicht getretenen theoretischen Betrachtungen über das Nordlicht wenden, gedenken wir zuerst der Theorie von De la Rive in Genf, die allerdings schon älter, aber bis in die neueste Zeit von ihrem Urheber weiter ausgebaut und auch neuerdings wieder vertheidigt worden ist (Comptes rendus 1872 avril 1).

De la Rive hält das Polarlicht für ein Phänomen, das sich in der Atmosphäre abspielt, nicht für eine kosmische Erscheinung. Wäre letzteres der Fall, so müßte es sich, wie schon Biot 1817 bemerkt hat, gegen den Beobachter verschieben, weil es dann nicht mit an der Rotation der Erde theilnehmen würde. Das Polarlicht ist der Akt der normalen Neutralisation zwischen der positiven Elektricität, welche der äquatoriale Luftstrom mit sich führt, und der negativen des Bodens. Durch den beständigen Verdunstungsproceß des Wassers im Weltmeere, namentlich in der Aequatorialzone, wird der Luft fortwährend eine große Masse positiver Elektricität zugeführt, während in dem Erdkörper die negative Elektricität zurückbleibt. Die Wasserdünste, welche der positiven Elektricität als Vehikel dienen, werden durch den äquatorialen Luftstrom in den höheren Schichten der Atmosphäre nach den Polen geführt. Beide Elektricitäten haben nun fortwährend das Bestreben, sich zu neutralisiren, was auf zweierlei Weise geschehen kann: an den beiden Polen, wo die Luftströme convergiren, die normale Weise; und in jeder anderen Breite durch die unteren Luftschichten hindurch, eine Neutralisation, welche sich durch Gewitter manifestirt.

Als einen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie führt De la Rive u. a. die von vielen Reisenden in den Polargegenden beobachtete geringe Höhe der Polarlichter in diesen Regionen an, sowie die Wahrnehmung eines knisternden Geräusches und des eigenthümlichen Ozongeruches (nicht selten irrthümlich als Schwefelgeruch bezeichnet), der die Entladung der Elektricität durch die Luft begleitet. Noch kürzlich hat der kühne Luftschiffer Paul Rollier, der im December 1870 mit dem Ballon „La Ville d'Orléans" fünfzehn Stunden nach seiner Abfahrt von Paris in Norwegen niederstieg, berichtet, wie er sich inmitten der leuchtenden Strahlen eines Nordlichtes

befunden hat, das von einem eigenthümlichen Geräusche und einem fast erstickenden Schwefelgeruche begleitet war.

Die andauernden elektrischen Ströme, die man während dre Polarlichter in den Telegraphenleitungen wahrnimmt, sind nach De la Rive nicht inducirte Ströme, sondern nur Ableitungen der elektrischen Erdströme, die vom Aequator nach den Polen ziehen.

De la Rive findet ferner eine Bestätigung für seine Theorie vom elektrischen Ursprunge des Nordlichtes in dem bekannten Versuche, durch welchen es ihm bereits im Jahre 1849 gelungen ist, die Einwirkung des Magnetismus auf den elektrischen Lichtbogen in verdünnten Gasen zu demonstriren. Diese Wirkung ist seitdem in verschiedenen Formen constatirt worden und es ist namentlich die Anordnung so getroffen worden, daß man die Anordnung und fortschreitende Bewegung, welche die Nordlichtstrahlen oft erkennen lassen, künstlich an einem Modell der Erdkugel sichtbar machen kann. Ein derartiger Apparat befand sich schon auf der letzten Pariser Ausstellung.

Ganz der vorigen verwandt ist die Ansicht, welche Fron bei Gelegenheit des großen Nordlichtes vom 4. Februar 1872 der Société méteorologique de France (6. Februar) und in den Comptes rendus der Pariser Akademie dargelegt hat. Nach Fron steht das Erscheinen der Nordlichter in naher Beziehung zu den äquatorialen Luftströmen auf dem Gebiete von Europa, und zwar verdanken sie ihre Entstehung dem plötzlichen vermehrten Zuflusse von Elektricität aus den Aequatorialregionen. Die Ausgleichung der Elektricität wird begünstigt durch das Auftreten von Centren barometrischer Depression, in deren Nähe sich die elektrischen Erscheinungen vorzugsweise geltend machen. Es findet aber die elektrische Ausgleichung wesentlich auf dreierlei Weise statt: in der Region der Cirro-Cumuli oder Eisnadelgewölke, wo ein geräuschloses Ausströmen stattfindet, welches die Nordlichterscheinungen veranlaßt; in der Cumulus-Region, wo plötzliche Entladungen mit Blitz und Donner, also Gewitter, die Regel bilden, und in unmittelbarer Nähe des Bodens, wo durch massenhaft herabstürzenden Regen gleichfalls eine geräuschlose Ausgleichung der Elektricität, meist ohne Lichterscheinungen, stattfindet. Am 4. Februar glaubt Fron zwei solche barometrische Depressionen constatiren zu können, eine, welche sich vom Busen von Biscaya nach dem Mittelmeere hinzog, die andere, welche gegen Schott-

land, England und Scandinavien vorrückte. Der Aequatorialstrom hatte damals eine bedeutende Breite, er erstreckte sich über ganz Europa bis an den Ural, den Kaukasus und nach Asien bis ans Euphratthal. Das Auftreten jener zwei Depressionen war das Zeichen für das Erscheinen der Polarlichter. Jede Depression bildet die Achse eines Wirbels und parallel zu dieser Achse sollen auch die Nordlichtstrahlen schießen. Der eigentliche Ursprung der Polarlichter ist in den Aequatorialgegenden zu suchen, wo der aufsteigende Luftstrom sich in zwei nach Nord und Süd strömende Theile spaltet. Daher das öftere gleichzeitige Auftreten von Nord- und Südlichtern.

Während de la Rive und Fron das Nordlicht auf terrestrische Ursachen zurückzuführen suchen, haben andere eine kosmische Ursache für dasselbe nachzuweisen versucht. So hat namentlich Silbermann in den Publicationen der Soc. météorologique de France und der Pariser Akademie in den Jahren 1869 und 1870 und auch neuerdings wieder (Comptes rendus févr. 1872 19, 26) eine Theorie aufgestellt, welche das Auftreten der Nordlichter mit der relativen Stellung der Erde gegen Sonne und Mond, sowie auch mit der Nähe und dem Sichtbarwerden von Meteoritenschwärmen in Verbindung bringt. Als Bedingung für die Entstehung eines Polarlichtes stellt Silbermann die Existenz zweier sich rechtwinklig kreuzender Winde in verschiedener Höhe hin; die Trennungsschicht beider Luftströme soll der eigentliche Sitz des Phänomens sein, von dort sollen die Lichterscheinungen ausgehen, die dem Ausströmen von Elektricität ihren Ursprung verdanken. In großer Ausführlichkeit wird a. a. O. die verschiedene, mit der Richtung des Windes wechselnde Form beschrieben, welche die Strahlen annehmen können. In den arktischen Gegenden, wo die Luft ruhiger, kälter und dichter ist und dabei weniger hoch hinauf reicht, erscheinen während der langen Winternacht fast aller 24 Stunden (zwischen 6½ und 8 Uhr Abends) Nordlichter; oft tritt auch gegen 10 Uhr Abends noch eins auf. In mittleren Breiten aber reicht die Anziehung der beiden Gestirne (Sonne und Mond) nicht hin, um eine atmosphärische Welle zu erzeugen, die hinlänglich kräftig ist, um ein Nordlicht hervorzurufen. Ohne Zweifel bedarf es der Mitwirkung anderer Himmelskörper, die gleichfalls anziehend wirken (Jupiter, Venus

und Mars haben ohne Zweifel Einfluß); aber außerdem kommt es, wie es scheint, noch auf die Anziehung eines Asteroidenschwärmes an, der eine hinlänglich beträchtliche Masse besitzt, um eine Luftwelle zu erzeugen, die zur Bildung eines Nordlichtes genügt." Silbermann macht dann darauf aufmerksam, daß man vor und während der Nordlichter der letzten Jahre häufig Sternschnuppen beobachtet hat, was die Nähe größerer Schwärme dieser Körper anzudeuten scheine. Merkwürdig sei, daß die glänzenden Sternschnuppen, die ihren Convergenzpunkt im Löwen haben, wahrscheinlich noch kein Nordlicht veranlaßt haben, während den Perseïden das große Nordlicht vom August 1869 zuzuschreiben sei, u. dergl. m.

Nach den Ergebnissen der exakten Untersuchungen von Laplace u. A. über die Einwirkung des Mondes auf die Erdatmosphäre muß man billig Bedenken tragen, den durch andere Himmelskörper verursachten atmosphärischen Fluthwellen irgend eine Bedeutung beizulegen und die Theorie Silbermanns dürfte daher schwerlich viel Beifall finden.

In anderer Weise als Silbermann hat G. Zehfuß in Frankfurt a. M. die Sternschnuppen mit den Nord- und Südlichtern in Zusammenhang gebracht. Vergl. die Abh. „Physikalische Theorie des Nordlichtes" im Osterprogr. der Schulen der Polytechn. Gesellsch. (Separat in der Jäger'schen Buchh., Frankfurt a. M., 1872). Derselbe stellt die Hypothese auf: Die Entstehung der Nordlichter ist an ein materielles Substrat geknüpft, als welches die zuweilen der Erdkugel nahe tretenden Schwärme feinerer Meteormassen von gasiger oder staubartiger Aggregatform (Meteorwolken) anzusehen sind. Ihr Licht ist wie das der Planeten und des Zodiakallichtes meist geborgtes Sonnenlicht. Die zuweilen dabei vernommenen Geräusche und Detonationen rühren, wie bei den Feuerkugeln, von einzelnen, die Atmosphäre durchschneidenden Meteorsteinen her, welche den Meteorwolken beigemischt sind. Die magnetischen Störungen sind aus dem eigenen, oder durch die Erdkugel in den eisenhaltigen Meteormassen inducirten Magnetismus zu erklären.

Auf die von Fritz u. A. nachgewiesenen Periodicität der Nordlichterscheinungen legt Zehfuß keinen sonderlichen Werth; die Coincidenz der Nordlichtperioden mit denen der Sonnenflecken kann wegen des gemeinsamen Ursprunges beider Erscheinungen nicht Wunder nehmen; „denn wenn die Sonnenflecken Rauchwolken sind, welche durch das Verbrennen von frisch in die Sonne fliegenden Meteorsteinen verursacht werden, so muß dies um so häufiger eintreten, je öfter sich Meteorschwärme nach der Sonne hin bewegen, an die sich aber alsdann auch die Nordlichterscheinungen anknüpfen können."

Wie schon kurz angedeutet, hält es Zehfuß für wahrscheinlich, daß Nordlichter in geborgtem Sonnenlichte glänzen können, und zwar wird dies ausschließlich der Fall sein, wenn die Meteormassen sich außerhalb der Erdatmosphäre befinden. Es ist aber auch möglich, daß die Meteormassen, wenn sie in die Atmosphäre gelangen, in Folge der Compression der Luft ins Glühen kommen und eigenes Licht ausstrahlen. Die bisherigen Beobachtungen mit dem Polariskop und Spektroskop sind noch nicht geeignet, die Frage zu entscheiden, ob wirklich sowohl reflectirtes Sonnenlicht als auch eignes Licht der Meteormassen eine Rolle beim Nordlicht spielen.

Das viel beschriebene dunkle Segment hält Zehfuß für eine Schattenwirkung, und zwar betrachtet er dasselbe als mit dem Erdschatten in Verbindung stehend.

Ziemlich eingehend wird die optische Gestaltung des Nordlichtes besprochen. Zehfuß unterscheidet vier Hauptformen: die Wolkenform, die Strahlenform, die Mantelform und die Bogenform. Die erstgenannte ist die häufigste; wir müssen uns in diesem Falle die meteorische Wolke entweder so hoch denken, daß ein ordnender Einfluß des Erdmagnetismus auf dieselbe der Entfernung wegen nicht möglich ist, oder wir können uns auch denken, daß sie aus nur schwach magnetischen Substanzen besteht.

Zur Erklärung der strahligen Form, die ebenfalls sehr häufig ist, muß man dagegen die ordnende Einwirkung des Erdmagnetismus auf die eisenhaltigen Meteorschwärme zu Hilfe nehmen. Diese Wirkung ist wesentlich dieselbe, die wir beobachten, wenn wir einen Magneten auf Eisenfeilspäne wirken lassen. Bei großer relativer Geschwindigkeit der Meteormassen

gewinnt allerdings der Erdmagnetismus nicht Zeit, um selbst stark eisenhaltige Massen magnetisch zu induciren und das System der magnetischen Curven herzustellen, der Meteorschwarm wird dann als wolkiges Nordlicht vorüber gehen. Durchschneidet er aber die Atmosphäre, so wird er im Falle gasiger oder staubförmiger Beschaffenheit durch den Luftwiderstand in derselben zurück gehalten und ihr sogar meist bleibend incorporirt. Größere Aerolithe können weiter fliegen oder auch herabstürzen, wenn ihre Geschwindigkeit nicht groß ist. Die kleineren Massen aber verbreiten sich in der Atmosphäre und erhalten durch den Erdmagnetismus eine bestimmte Anordnung. Es reihen sich nämlich die Eisentheilchen in gewissen Linien aneinander, indem das Nordende jedes Eisentheilchens das angrenzende Südende des benachbarten an sich zieht und sich auf diese Weise zusammenhängende Ketten von solchen Theilchen bilden. Das Zittern und wellenförmige Bewegen der Nordlichtstrahlen erscheint als eine natürliche Folge der heftigen Luftbewegungen, die zeitweilig in der Region herrschen, wo die Meteormassen sich befinden. Sind die meteorischen Stoffe in großer Masse vorhanden, so entstehen unter dem Einflusse des Erdmagnetismus nicht bloß einzelne Linien oder Strahlen, sondern die meteorischen Theilchen ordnen sich in förmliche Flächen, die dann wie die einander umschließenden mehrfachen Kragen eines Mantels aus den Wolken leuchtend herabhängen. Auf diese Weise erklärt sich die Mantelform des Nordlichtes, die im Winter 183⁸/₉ von Lottin mehrfach bei Bossekop beobachtet worden ist. Einmal waren drei, wie in einander gesetzte Trichter beschaffene, um eine ungefähr senkrechte Achse geordnete Mäntel vorhanden, ein andermal schien ein weit ausgedehnter, gleichfalls von vertikalen, dicht an einander gereihten Säulen gebildeter Cylinder, mit schwachen Andeutungen einer zweiten von ihm eingeschlossenen ähnlichen Fläche den Himmel mit der Erde verbinden zu wollen. Wenn das Nordlicht bogenförmig auftritt, so sind diese Bogen oder Ringfiguren nur die untern oder obern Enden von wegen Mangel an Material bloß schwach ausgebildeten mantelförmigen Nordlichtern.

Dies ist im Wesentlichen, mit Uebergehung von Einzelheiten, die Zehfuß'sche Nordlichttheorie, von der der Berichterstatter (G.) allerdings glaubt, daß sie ohne zwingende Motive

ihre Zuflucht nimmt zu den meteorischen Massen als materiellem Substrate der Erscheinung, deren Mitwirkung, soweit die Beobachtungen reichen, auf keinerlei Weise bestätigt wird.

Endlich müssen wir noch derjenigen Ansicht gedenken, welche zwar Polarlichter für elektrische Erscheinungen in den höheren Schichten der Erdatmosphäre hält, den eigentlichen Ursprung dieser Phänomene aber auf der Sonne sucht. Die Polarlichter sind hiernach nur Inductionsphänomene, veranlaßt durch die großartigen elektrischen Erscheinungen, die auf der Sonne von statten gehen und von denen uns, freilich nur indirect, durch das Auftreten zahlreicher Sonnenflecken und Fackeln, sowie großer und rasch wechselnder Protuberanzen Kunde wird.

Zur Bestätigung dieser Theorie beruft man sich auf die Thatsache, daß die Jahre, in denen die Sonnenflecken in größter Häufigkeit auftreten, auch am reichsten sind an prachtvollen Nordlichterscheinungen; ferner weist man darauf hin, daß um die Zeit des Erscheinens großer Nordlichter in der Regel auch eine außergewöhnliche Thätigkeit auf der Sonne wahrzunehmen ist, daß die Flecken und Fackeln in besonders großer Menge auftreten und in der Chromosphäre eine auffallend lebhafte Thätigkeit herrscht. Es sind namentlich italienische Forscher, welche dieser Ansicht huldigen, wie Donati, Tacchini, Diamilla-Müller u. A.; in Frankreich, wo die Ausführungen des älteren Becquerel über die elektrische Natur der Sonne den Boden für diese Nordlichttheorie geebnet hat, ist hauptsächlich Tarry in mehreren Mittheilungen an die Akademie der Wissenschaften sehr lebhaft für dieselbe eingetreten.

Auf jeden Fall handelt es sich zunächst für uns um die genaue Feststellung dessen, was beim Nordlichte auf unserer Erde oder in deren nächster Umgebung vorgeht; es gilt vorerst den nächstliegenden Ursachen der Erscheinung nachzuspüren. Wenn dies gelungen sein wird, dann wird sich auch mit mehr Zuverlässigkeit als gegenwärtig feststellen lassen, ob entferntere kosmische Ursachen im Spiel sind und dann wird auch der Rückschluß von den Erscheinungen auf unserem Planeten auf die Vorgänge auf der Sonne auf sicherem Grunde ruhen.

III.

Mechanik und mechanische Technologie.

Motoren.

Bevor wir zur Besprechung einiger neuen Motoren selbst übergehen, schicken wir erst einige Notizen über Feuerungsanlagen, Kesselconstructionen und Regulatoren voraus.

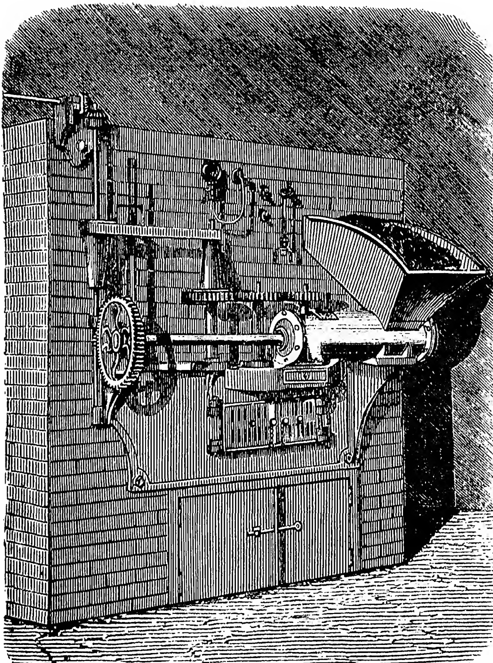
Als eine für Dampfkessel-Feuerungen sehr zweckmäßige neue Einrichtung mag zunächst

der selbstthätige Feuerungs-Apparat von Dillwyn-Smith (Patentinhaber für Deutschland und Oesterreich: C. Pieper & Heine in Dresden) Erwähnung finden, durch welchen eine continuirliche Kohlenzuführung ermöglicht wird. Fig. 23 zeigt uns, wie derselbe an einer Kesselfeuerung angebracht wird.

An der Feuerseite des Kessels befindet sich ein Trichter, in welchen man das Brennmaterial einfüllt. Dasselbe wird durch die untere Mündung in einen horizontalen Cylinder geführt, der an beiden Enden geschlossen ist, und in welchem sich an einer Welle eine konische Spirale dreht. Beim Rotiren dieser Spirale werden nun die etwa noch vorkommenden größeren Kohlenstücke zunächst von den engen Gängen gefaßt und verkleinert, außerdem aber wird das gesammte Material in den immer breiter werdenden Gängen vorgeschoben bis ans Ende des Cylinders. Hier ist unten am Cylinder ein etwas gekrümmter Canal angebracht, durch welchen das Brennmaterial in einen unterhalb des Cylinders befestigten eisernen Kasten

fällt, der ein Paar um vertikale Achsen drehbare, einander

Fig. 23.



möglichst tangirende mehrflüglige Schaufelrädchen enthält, welche durch ihre Bewegung die einzelnen Kohlenstückchen auf den Rost schleudern. Das Material fällt indessen nicht direct zwischen die Schaufeln dieser Rädchen, sondern zunächst auf eine oberhalb der Räder angebrachte schmiedeeiserne Zunge, welche in Form eines gleichschenkligen Dreieckes mit concav ausgeschweiften Flanken den Raum zwischen beiden Rädern überdeckt und innerhalb gewisser Grenzen vor und zurück zu stellen ist. Stellt man die Zunge zurück, so daß sie eben den Raum zwischen den Flügelrädchen überdeckt, so fallen die Kohlen in der Nähe der Peripherie zwischen die Schaufeln, wogegen bei weiterem Vorstellen der Zunge die von den beiderseits geneigten Rändern derselben herabfallenden Kohlen näher nach den Achsen der Räder zu liegen kommen. Sie werden dann natürlich von den rotirenden Rädern auch in verschiedener Richtung und mit verschiedener Geschwindigkeit fort und auf den Rost geschleudert.

Durch zweckmäßige Regulirung der Zunge kann man daher ein möglichst gleichmäßig genährtes Feuer auf dem Roste unterhalten und den ganzen Apparat für kurze und lange Rostflächen anwendbar machen. Oberhalb der Zunge ist übrigens die Welle der Spirale mit Stiften zum Umrühren der Kohlen besetzt.

Die Art und Weise, wie die einzelnen rotirenden Achsen in Bewegung versetzt werden, ist aus der Figur hinlänglich ersichtlich.

Die Wirkung des Apparates beruht hauptsächlich darauf, daß auf der gesammten Feuerungsfläche fortwährend Kohle zugeführt wird, so daß sich neben Stücken im vollkommensten Verbrennungsstadium auch immer frische befinden, die von der strahlenden Hitze jener zersetzt und so für die vollkommene Verbrennung vorbereitet werden. Zur besseren Zuführung der zur Verbrennung erforderlichen Luft sind übrigens die Feuerthüren mit Regulirvorrichtung versehen; auch ist der Rost theilweise beweglich, was namentlich das Zusammenbacken fetter Kohle und das Festbacken schlackenreicher Stücke am Roste verhüten soll. Unter Umständen ist es zweckmäßig, auch das Aufrütteln der gesammten auf dem Roste befindlichen brennenden Kohlenmasse auf mechanischem Wege zu bewirken.

Wenn zwei Feuerröhren vorhanden sind, so bringt man an einer gemeinschaftlichen Achse zwei konische Spiralen mit entgegengesetzt gerichteten Windungen an, welche von dem in der Mitte befindlichen Fülltrichter aus das Material nach beiden Seiten transportiren; auf jeder Seite befinden sich dann ein Paar Schaufelräder, wie oben beschrieben.

Der ganze Apparat ist solid und dauerhaft gebaut, der Zerstörung durch das Feuer nicht ausgesetzt und leicht von jedermann zu bedienen. Zu seinem Betriebe ist höchstens 1/3 Pferdekraft nöthig. Bei Versuchen, welche Prof. Weiß vom Dresdener Polytechnicum mit verschiedenen Brennmaterialien mit und ohne Apparat an dem Dampfkessel einer 25pferdigen Dampfmaschine anstellte, ergab sich als Ersparniß an Kosten bei Anwendung des Apparates gegenüber der Schaufelfeuerung

für Zwickauer Steinkohlen	loco Grube	43,7	Proc.
„ „ „	„ Dresden . . .	27,4	„
„ Duxer Braunkohlen	„ Grube	56	„
„ „ „	„ Dresden . . .	21,3	„ ;

bei Verwendung von Duxer Staubkohle mit Benutzung des

des Apparates statt Zwickauer Steinkohle bei Schaufelfeuerung stellte sich die Kostenersparniß sogar zu 66 Proc. heraus. Außerdem gewährt der Apparat noch den Vortheil einer vollkommen rauchfreien Verbrennung.

Als eine im Bezug auf die Ausnutzung des Brennmateriales nach den vorliegenden Erfahrungen sehr vortheilhafte Einrichtung ist ferner

Bolzano's patentirter Etagen-Schüttelrost zu nennen, der sich besonders zur Verbrennung von Würfel- und kleiner Kohle, Kohlenstaub, Sägespänen und allerlei schlechtem Brennmaterial eignet, dessen Heizwerth sonst nicht zur Geltung gebracht werden kann.

Derselbe besteht aus zwei hinter einander liegenden, nach hinten zu schräg abfallenden Rostetagen, an welche sich noch ein aus drei neben einander gelegenen Theilen bestehender Planrost als unterste Etage anschließt. Die oberste Etage trägt vorn eine horizontale Platte, auf welche das Brennmaterial aufgebracht wird, das mittels einer darüber angebrachten drehbaren Scheibe weiter geschoben wird und dann auf den schrägen Theil der obersten Etage fällt. In dem Maße, wie man oben nachschiebt, rückt dann das Brennmaterial weiter nach den untern Etagen. Durch die angebrachten Schüttelvorrichtungen läßt sich das Anbacken von Schlacke oder Asche und das Verstopfen der Luftspalten leicht verhindern.

Die Verbrennung ist auf diesem Roste eine sehr vollständige und, weil der oben sich bildende Rauch in der Flamme der untern Etage verbrennt, eine rauchlose; die Hitze ist selbst bei Verbrennung von Kohlenschmant von den Wäschen sehr intensiv. Auch ist die Bedienung einfach und bequem, doch ist nicht zu leugnen, daß sie große Sorgfalt und Nüchternheit erfordert.

In Oesterreich hat man diese Roste mehrfach mit gutem Erfolge angewandt.

Zu den Kesselconstructionen uns wendend, müssen wir zuerst des

Fairbairn'schen Rauchrohrkessels gedenken, der die Vorzüge der gewöhnlichen doppelten Rauchrohr- oder sogenannten Cornwall-Kessel beibehalten, ihre Nachtheile aber soweit als möglich vermeiden soll. Zu den letzteren gehört vor allen

Dingen der große Durchmesser dieser Kessel, der namentlich mit Rücksicht auf das gegenwärtige Bestreben, mit der Spannung des Dampfes ebensosehr hinauf, wie mit der Füllung herabzugehen, erhebliche Bedenken erregen muß.

Der neue Kessel besteht aus drei Cylinderkesseln von 1,143 Meter Durchmesser, von denen zwei neben einander liegen, während der dritte in der Mitte darüber liegt. Jeder der beiden unteren enthält ein Rauchrohr von 0,838 Meter Durchmesser, im Wesentlichen von der üblichen Einrichtung. Nur sind sie nicht durch Nieten, sondern durch Flanschenringe und Schrauben an dem Kessel befestigt, was eine vollkommen dichte und haltbare Verbindung giebt. Wenn man die Schrauben löst, so kann man das Rauchrohr, das zu dem Zwecke mit Rollen versehen ist, vollkommen herausziehen, wodurch eine vollkommene Reinigung des Kessels ermöglicht wird. Unter einander stehen die untern Kessel in keiner directen Verbindung, mit dem oberen Kessel aber sind sie durch drei Rohrstutzen von etwa 30 Centimeter Durchmesser verbunden, wodurch eine fortwährende Bewegung und Longitudinalströmung des Wassers erzielt wird. Der obere Kessel bietet auch die Möglichkeit, einen großen Dampfraum anzubringen und vollkommen trockenen Dampf zu gewinnen.

Die Heizgase strömen bei dieser Kesselanlage in den beiden Rauchrohren erst nach hinten, vereinigen sich dann, streichen über den unteren und unter dem obern Kessel zurück, gehen dann vorn abwärts und streichen nun unter den unteren Kesseln nach hinten in den Kamin. Bei dieser Anordnung werden freilich nicht gerade die kältesten Wassertheile von den heißesten Gasen getroffen, wie es rationell ist und bei den sogenannten Siedekesseln stattfindet. Dagegen wird angeführt, daß auf demselben Raume die Heizfläche bei den Fairbairn-Kesseln eine weit größere ist, als bei den Siedekesseln, wodurch jener Nachtheil wieder ausgeglichen werden soll.

Eigenthümliche Kesselformen tauchen in Amerika auf. Eine der originellsten ist

Babbitt's Sectional-Dampfkessel. Derselbe besteht aus einem Systeme vertikaler Röhren, die dicht neben einander stehen, so daß sie eine Wand bilden, die den Feuerraum in zwei Theile theilen. Unten stehen sie auf einem

horizontalen Rohre auf, das als Schlammsack dient. Außerdem aber ragen aus diesen Rohren nach beiden Seiten des Feuerraumes hin zuckerhutförmige Rohrstutzen hervor, wodurch eine ganz bedeutende Heizfläche gewonnen wird. Ueber dem Ganzen liegt im Feuerraume der Dampfsammler, der zugleich als Ueberhitzer dient; er ist durch ein schwaches Rohr mit jeder Verticalröhre, außerdem aber auch noch durch eine außerhalb des Ofens gehende Röhre mit dem Schlammsammler verbunden. Das Ganze ist aus Gußeisen.

Im Wesentlichen dieselbe Idee ist übrigens auch vor einigen Jahren vom Maschinenmeister Meyen in Hörde veröffentlicht worden.

Der Phleger-Kessel hat als Heizfläche eine Anzahl schmiedeeiserner Röhren von 2 Zoll engl. (50,8 Millim.) Durchmesser, welche fest an schmiedeeisernen Platten angebracht und so geordnet sind, daß eine vollständige Cirkulation des Wassers durch die Röhren zum Kessel eintritt.

Sehr verbreitet ist der Allen-Kessel. Er besteht aus neun gußeisernen horizontalen Cylindern von 7 Zoll lichtem Durchmesser und 11 Zoll Länge (1 Zoll engl. = 25,4 Mm.), an deren jedem 18 schmiedeeiserne Röhren von $5^1/_2$ Zoll Durchmesser angeschraubt sind, an deren unteren Enden der Verschluß durch Zapfen bewirkt wird. Diese Röhren, welche 3 bis 4 Fuß Länge besitzen, hängen unter einem Winkel von etwa 20° gegen die Verticale in den Feuerraum herab. Sie sind sämmtlich durch die horizontalen Cylinder mit einem Dampfkessel von 8 Fuß Länge und 2 Fuß Durchmesser verbunden, von dem aus der Dampf weiter nach einem zweiten Kessel geht. Beide Kessel werden von den Verbrennungsgasen umspült und können deshalb zur Ueberhitzung des Dampfes verwendet werden.

Große Brennmaterialersparniß und leichte Zugänglichkeit bei Reparaturen werden als Vorzüge dieses Systemes gerühmt.

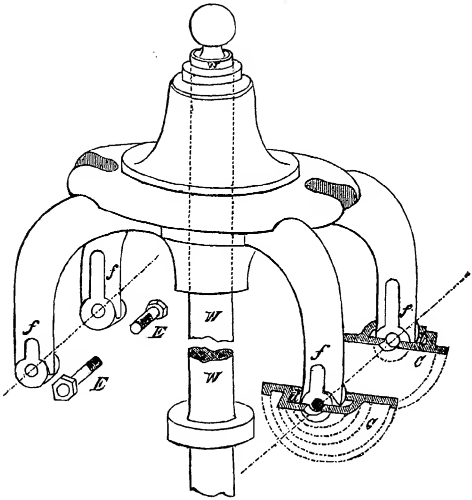
Aehnliche Versuche, die Heizfläche zu vergrößern, haben wir schon im IV. Jahrg. dieses Jahrb., S. 190 u. f. aufgeführt.

Von neuen Regulatoren verdient

der Regulator des Ingenieurs Eduard Buß aus Bern Erwähnung, dessen Einrichtung aus den Figuren 24 bis 28 ersichtlich ist.

Mit der verticalen Welle w (Fig. 24), die in üblicher Weise gelagert ist und von oben oder unten durch Räder oder

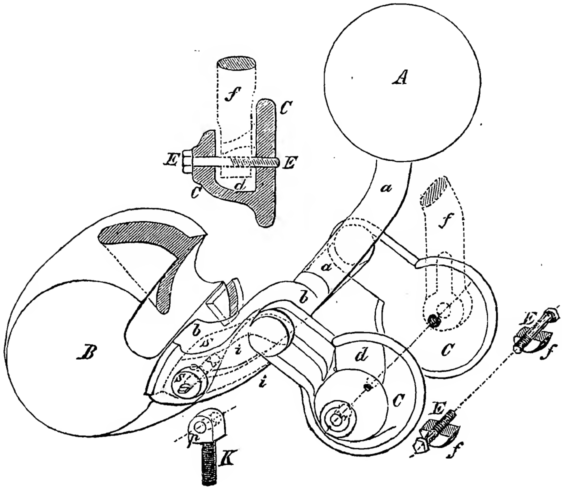
Fig. 24.



Riemen getrieben wird, ist der gußeiserne Pendelträger mit vier kreuzweise nach unten gerichteten Armen f fest verbunden. In diesen Armen sind mittels der Pendelachsen E die beiden Pendel gelagert, deren genauere Form Fig. 25 zeigt. Jedes solche Pendel besteht aus einem kugelförmigen Gewichte A, dem faßförmigen Gewichte B, den beiden Gehäusen C und den Verbindungsstücken a und b. Jedes der faßförmigen Gewichte B ist durchbrochen gearbeitet, um dem durch dasselbe hindurch gehenden Verbindungsstücke a des andern Pendels den nöthigen Spielraum zu gewähren. Ferner ist jedes Gehäuse C mit einer Höhlung versehen, in welche ein Arm f des Pendelträgers eindringt. Ein dünner Stahlzapfen E ist durch das Gehäuse und den darin befindlichen Arm f gesteckt, und die beiden durch die Gehäuse C desselben Pendels gehenden Zapfen E

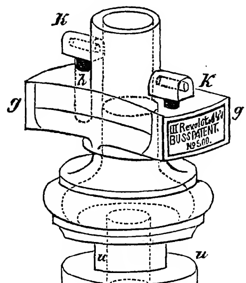
bilden dessen Achse. Die Reibung beim Ausschlage des Pendels ist auf diese Weise auf ein Minimum reducirt.

Fig. 25.



Mit den beiden Pendeln ist ferner ein hohler, auf der Welle w gleitender Muff, Fig. 26, verbunden, welcher in einer Nuth u einen Backen aufnimmt, der die Verbindung mit dem Gestänge der Drosselklappe herstellt. Um aber die Bewegung der Pendel auf diesen Muff zu übertragen, ist auf der horizontalen Platte g des letzteren nahe am Rande ein vertikales Loch h eingebohrt, in welches ein Kloben K, d. i. eine Schraube mit länglichem, durchbohrtem Kopfe so eingeschraubt ist, daß eine Drehung im Gewinde mit Leichtigkeit von statten geht. Der Kopf dieses Klobens K liegt aber zwischen zwei Rippen i

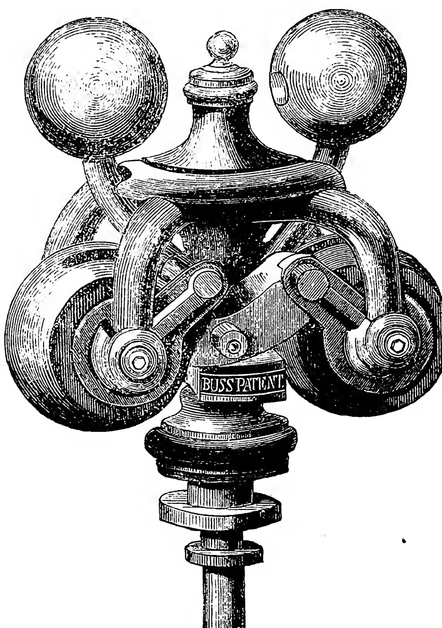
Fig. 26.



am krummen Arme b des einen Pendels (Fig. 25) und ein Stahlstift S, der durch beide Rippen i und die Bohrung p des Klobens hindurchgeht, stellt die Verbindung zwischen dem einen Pendel und dem Muffe her. Da die beiden Rippen etwas auseinander liegen, so kann der Kloben eine kleine Bewegung in Richtung der Schraube S machen. Die beiden Kloben, einer für jedes Pendel, liegen in gleichen Abständen von der Welle w einander gegenüber.

Eine Gesammtansicht des ganzen Apparates hat man in Fig. 27 vor sich.

Fig. 27.



Die Wirkungsweise des Apparates ist im Allgemeinen folgende. Bei der tiefsten Stellung des Muffes liegen die Kugeln A nahe an der Welle w, und die faßförmigen Gewichte B nehmen gleichfalls ihre tiefste Stellung ein. Gehen aber in Folge rascherer Rotation die Kugeln A weiter nach Außen, so werden die Gewichte B und durch die Stifte S auch der Muff in die Höhe bewegt.

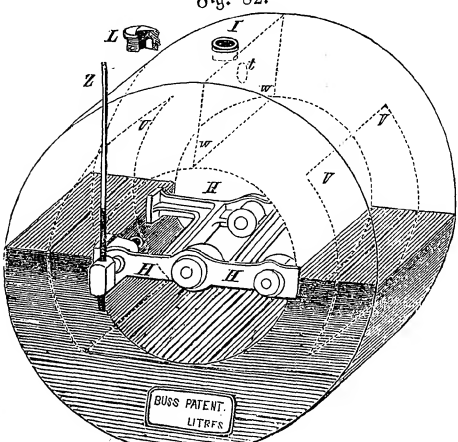
Dieser Regulator ist nur klein, nimmt wenig Raum ein und besitzt keine der Reparatur besonders bedürftigen Bestandtheile. Von Sachverständigen wird seine große Empfindlichkrit und die Sicherheit seiner Wirkungs=

weise gerühmt, welche die Erlangung einer fast vollkommenen Gleichförmigkeit des Ganges einer Arbeitsmaschine ermöglicht. Eine eingehende Theorie seiner Wirkungsweise hat der Ingenieur Bernhard Stauffer im „Civilingenieur“, Band XVIII, Heft 1 gegeben. Auf diese Arbeit oder auch auf die den gleichen Gegenstand behandelnden in No. 45 u. 46 der „Deutschen Industriezeitung“, Jahrgang 1871, im Polytechnischen Centralblatte, Jahrg. 1871, S. 1531 und im „Pract. Maschinenconstructeur“ No. 2 und 3, Jahrg. 1872, verweisen wir diejenigen unserer Leser, welche sich näher unterrichten wollen.

Im allgemeinen kann der Buß'sche Regulator ohne Katarakt verwendet werden, doch treten z. B. bei Corlißmaschinen, bei Zwillingsmaschinen ohne Schwungrad und bei solchen Maschinen, welche nur ein kleines Schwungrad besitzen, Fälle auf, in denen zur vollkommenen Regulirung die Anbringung eines solchen Apparates rathsam ist, um einer raschen Bewegung des Pendels kräftig entgegenzutreten und das Pendel zu verhindern, über die neueinzunehmende Stellung hinauszugehen.

Der Buß'sche Katarakt besteht aus einer blechernen Trommel, Fig. 28; ein leichter, im Innern befindlicher Rahmen HH gestattet eine genau centrische Aufhängung. Die Trommel wird durch das Einfüllloch l zur Hälfte mit Flüssigkeit, am besten mit Glycerin, gefüllt. Im obern Theile ist eine Scheidewand w mit einem kleinen Loche t angebracht; die außerdem noch eingesetzten Wände v dienen lediglich zur Verhütung des Wel-

Fig. 82.



lenschlages bei etwaigen raschen Bewegungen des Apparates. Während der Thätigkeit des Apparates ist die Oeffnung l mittels der Schraube L und eines eingelegten Lederringes hermetisch verschlossen. Die mit dem Regulator in Verbindung stehende Zugstange Z dient zur Bewegung des Kataraktes um seine Achse.

Bei plötzlicher und bedeutender Verdrehung sucht sich nun zwar die Flüssigkeit ebenso rasch auf beiden Seiten von w in gleiches Niveau zu stellen, aber die oberhalb des Wassers stehende Luft kann nicht so rasch durch die kleine Oeffnung t von der einen auf die andere Seite entweichen. Daher wird zunächst das Niveau der Flüssigkeit auf beiden Seiten ein verschiedenes werden, und der daraus resultirende einseitige Druck stellt nun eben der raschen Bewegung des Pendels einen kräftigen Widerstand entgegen, der aber rasch nachläßt, weil die Luft sehr schnell durch t hindurchgeht.

Der Buß'sche Regulator wird von Schäffer & Budenberg in Buckau bei Magdeburg in 6 verschiedenen Größen gebaut.

Zur Besprechung der Motoren selbst übergehend, gedenken wir zunächst der Bestrebungen, welche in neuerer Zeit gemacht worden sind, billige und zweckmäßige Motoren für das Kleingewerbe herzustellen. Das Bedürfniß nach solchen Motoren stellt sich in der Jetztzeit ganz dringend heraus, wenn überhaupt bei der von Jahr zu Jahr steigenden Kostspieligkeit das Kleingewerbe fortbestehen und gedeihen soll. Man hat nun verschiedene Wege versucht, um dem Kleingewerbe zweckmäßige Betriebskräfte zu verschaffen.

An einzelnen Orten hat man besondere Kraftvermiethungs-Anstalten eingerichtet, Etablissements mit Wasser- oder Dampfkraft, welche an eine Anzahl Gewerbtreibende vermiethet wird, die ihre Werkstatt dort aufschlagen. Eine der ältesten derartigen Anstalten ist die Nürnberger Schwabenmühle, in welcher etwa 20 Gewerbtreibende die dort disponible Wasserkraft benutzen.

Die Unbequemlichkeit, daß die einzelnen Gewerbtreibenden in dem Kraftvermiethungs-Etablissement selbst arbeiten müssen, fällt weg, wenn die Bewegung von den Motoren aus mittels Drahtseil nach den einzelnen Werkstätten fortgepflanzt wird. Diese Einrichtung hat man in Schaffhausen getroffen. Hier

hat man im Rhein eine großartige Turbinenanlage errichtet, durch welche dem Strome eine Triebkraft von 6 bis 800 Pferdestärken entnommen wird. Durch Drahtseile von 30 Millim. Durchmesser, aus 10 Litzen von je 8 Drähten bestehend, wird diese Kraft auf weite Strecken hin nach den in verschiedenen Stadttheilen zerstreuten gewerblichen Etablissements geleitet.

Anderentheils hat man vorgeschlagen, an einer Centralstelle Luft zu comprimiren und diese verdichtete Luft dann durch Rohrleitungen nach den verschiedenen Werkstätten zu führen, wo sie zum Betriebe von Kolbenmaschinen dienen könnte, die im Allgemeinen nach Art der Dampfmaschinen eingerichtet sind. Wir haben im vorigen Jahrg. dieses Jahrb. die Verwendung geschildert, welche dieses System bei der Durchbohrung des Mont Cenis und bei den Arbeiten in Bergwerken gefunden hat. Zum Betriebe für's Kleingewerbe dürfte dasselbe zur Zeit vielleicht noch etwas zu kostspielig sein. Dagegen wird berichtet, daß man in verschiedenen größeren Städten von Nordamerika (New Orleans und Chicago) die Anwendung von comprimirter Luft zum Betriebe der Straßeneisenbahnen, wo bisher Pferde verwendet wurden, versucht hat.

An vielen Orten liefern in der neuern Zeit die unter hohem Drucke stehenden städtischen Wasserleitungen eine ausgezeichnete Betriebskraft für die kleinen Gewerbtreibenden und die Hausindustrie; nur hat dieselbe noch an den meisten Orten den Nachtheil eines zu hohen Preises. Es rührt dies daher, daß man in der Mehrzahl der Fälle bei Anlage solcher Wasserleitungen vorzugsweise auf die Beschaffung von brauchbarem Wasser für Küchenzwecke und zum Trinken Rücksicht genommen, die Verwendung zu industriellen Zwecken aber unbeachtet gelassen hat. Ein anderen Orten als Muster zu empfehlendes Beispiel hat in dieser Hinsicht die Stadt Zürich gegeben. Dort hat man zwei Wasserleitungen angelegt: die Trinkwasserleitung liefert Quellwasser in die öffentlichen Brunnen, die Brauchwasserleitung aber versieht die Häuser mit filtrirtem Wasser aus der Limmat. Bei Anlage der letzteren wurde nun gleich vom Hause aus auf die Verwendung des Brauchwassers zum Betriebe kleiner Motoren Rücksicht genommen, und das nicht blos insofern, als ein sehr niedriger Wasserzins (1/2 Frank für die Brutto-Pferdekraft und Stunde) beansprucht wurde, sondern auch, in-

dem die städtische Bauverwaltung selbst für die Beschaffung zweckentsprechender Motoren Sorge trug. Zu dem Zecke sollten solche Motoren angeschafft und dann vermiethet werden. Es wurde deshalb öffentlich zur Einsendung solcher Motoren aufgefordert; dieselben sollten für einen mittleren Wasserdruck von 30 Meter berechnet sein, aber auch sich Drucken von 20 und 50 Meter anpassen lassen; als normale Effectivleistung wurde $1/2$ Pferdekraft angenommen, doch sollten sich die Maschinen auch bei einer Arbeitsleistung von $1/3$ bis $3/4$ Pferdekraft mit möglichst günstiger Wirkung anwenden lassen. In Folge dieses im Jan. 1870 erfolgten Ausschreibens wurden denn auch eine Anzahl kleiner Motoren eingesandt, die dann unter Leitung des Prof. A. Fliegner vom Züricher Polytechnicum einer eingehenden Prüfung unterworfen wurden. Dabei zeigten sich besonders drei Motoren als empfehlenswerth:

die Wassersäulmaschine mit einem liegenden oscillirenden, doppelt wirkenden Cylinder vom Maschinen-Ingenieur A. Schmid in Zürich

die Wassersäulmaschine mit zwei aufrechten oscillirenden, einfach wirkenden Cylindern vom Civil-Ingenieur A. Felber in Zürich

und die Tangentialturbine mit horizontaler Achse von Escher, Wyß & Comp. in Zürich.

Die erstgenannte Maschine zeigt uns Figur 29 in etwa $1/6$ der natürlichen Größe im vertikalen Längs- und Querdurchschnitt.

a ist das gußeiserne Gestell, welches durch Bolzenschrauben auf seiner Unterlage befestigt wird, b Lager für die Triebwelle, c ist die schmiedeeiserne gekröpfte Triebwelle, d das gußeiserne Schwungrad, welches auch als Riemenscheibe benutzt werden kann, wenn man die Maschine (wie weiter unten zu erwähnen) als Pumpe benutzt; e ist der Cylinder mit der Stopfbüchse f, welcher mit zwei seitlich angegossenen Zapfen g in einer Gabel steckt und in der schalenartigen Vertiefung des Gestelles aufliegt; hh sind schmiedeeiserne Hebel (auf jeder Seite einer), welche auf der einen Seite die Triebwelle c umfassen und am andern Ende durch ein Querstück i mit einander verbunden sind; eine Schraube k dient dazu, dieselben niederzuhalten; k ist der gußeiserne Kolben, der durch die Stange m mit dem Krumm-

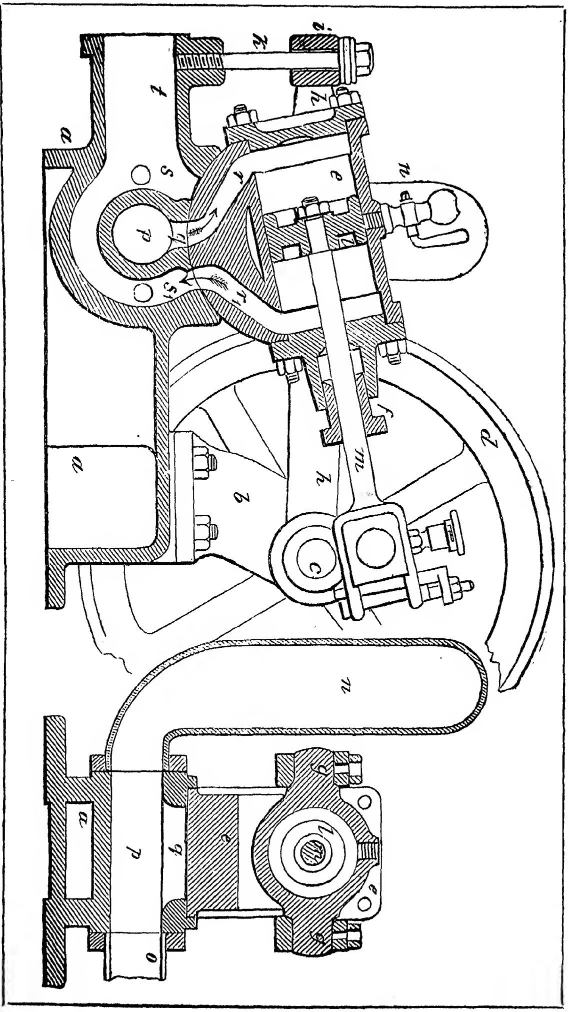


Fig. 29.

zapfen der Triebwelle verbunden ist; n endlich ist ein kupferner Windkessel.

Die Wirksamkeit der Maschine ist nun ganz einfach folgende: Durch das Rohr o strömt das Wasser in den Theil p des Gestelles, welcher auf der andern Seite mit dem Windkessel n in Verbindung steht. Der letztere dient dazu, etwaige Stöße des Wassers, die sich beim raschen Schließen der Zuleitung oder sonst auf eine Art zufällig einstellen, abzuschwächen und unschädlich zu machen. Durch die Oeffnung q strömt das Wasser weiter, tritt abwechselnd durch die Canäle r und r_1 in den Cylinder und setzt den Kolben in hin- und hergehende Bewegung, wobei dasselbe von der andern Seite abwechselnd durch s_1 und s austritt und durch t weiter abgeführt wird. Dabei oscillirt der Cylinder in der erwähnten Schale um die Zapfen g.

Die Maschine arbeitet mit einer mittlern Geschwindigkeit von 150 bis 180 Umdrehungen in der Minute und ihre Leistung geht bis etwa 1½ Pferdestärke.

Bemerkenswerth ist an ihr die Abwesenheit aller Ventile. Ihre Nutzleistung liegt zwischen 80 und 90 Proc.

Sie kann übrigens auch als Pumpe benutzt werden, zu welchem Zwecke man sie durch einen andern Motor in Bewegung setzen muß.

Wie es heißt, wird dieser Motor schon vielfach im mittleren und kleineren Gewerbsbetriebe mit Vortheil angewandt.

Endlich sind noch die Heißluft- und die kleinen Dampfmaschinen in vielen Fällen auch für den Kleingewerbsbetrieb vortheilhaft zu verwenden. Auch auf dem Gebiete der Dampfmaschine sind, wie immer, in der letzten Zeit eine Anzahl neuer Versuche aufgetaucht, doch begnügen wir uns mit einigen kurzen Notizen und unterlassen für diesmal ein näheres Eingehen auf diesen Gegenst.and.

Den älteren Dampfmaschinen für den Kleingewerbsbetrieb (von Webers, Lachapelle und Glover u. A.) reiht sich würdig an die transportable Dampfmaschine von Briegleb, Hansen & Comp. in Gotha. Sie nimmt wenig Raum ein, erfordert keine besondern baulichen Einrichtungen, arbeitet geräuschlos und ist in der Anschaffung und im Betriebe billig.

Auch die oscillirende Dampfmaschine von Fiel-

ding und Platt in Glasgow, welche sich durch eine eigenthümliche Steuerung auszeichnet, gehört in dieselbe Kategorie, da sie sich ihrer ganzen Anlage nach nur für kleinere Betriebskräfte eignet.

Das Problem der rotirenden Dampfmaschinen ist neuerdings von einem französischen Mechaniker in Lissabon, A. Lemoine, wieder in Angriff genommen worden. Seine Maschine, bei welcher direct durch den Dampfdruck ohne Vermittlung einer Kurbel eine rotirende Bewegung erzeugt wird, soll sich vorzugsweise für Flußdampfer von geringem Tiefgang eignen. Doch liegen zur Zeit keine Nachrichten über die wirklichen Erfolge dieses Systemes vor.

Schließlich mag noch die Benutzung der Ebbe und Fluth als bewegende Kraft von F. Tommasi kurze Erwähnung finden. Tommasi benutzt die Fluth zur Verdichtung der Luft in einem Behälter, während die Ebbe dazu dient, die Luft in einem andern Behälter zu verdünnen. Die comprimirte, sowie auch die verdünnte Luft werden dann durch Röhren fortgeleitet und zum Betriebe von Kolbenmaschinen verwendet. Der Erfinder hat sich dabei gedacht, daß die Luft an die einzelnen Handwerkerwerkstätten abgegeben werden könnte, um diesen eine allzeit bereite und dabei billige Betriebskraft zu liefern; indessen ist, soviel bekannt, die Sache noch nicht über das Stadium des Versuches hinaus gekommen.

Luftschifffahrt.

Angesichts der gewaltigen Fortschritte, welche in der Neuzeit das Transportwesen zu Lande und zu Wasser an der Oberfläche der Erde gemacht hat, muß die Hoffnung wohl berechtigt erscheinen, daß es auch gelingen werde, dem Menschen die Kunst der freien Beweglichkeit in der Luft zu verschaffen. Es ist auch dieses Problem von vielen Seiten mit Aufwand von viel Scharfsinn und mit großer Ausdauer in Angriff genommen worden, freilich nur zu oft von Unberufenen und darum ohne Erfolg.

Im Allgemeinen hat man zwei Methoden der Lösung des angegebenen Problems zu unterscheiden. Entweder kann man versuchen, nach Art der Vögel und anderer Thiere wirklich zu

fliegen, oder man kann auch sich die Aufgabe stellen, in der Luft zu schwimmen, wie der Fisch im Wasser schwimmt, und wie dieser durch zweckentsprechende Vorrichtungen eine beliebige Aenderung der Bewegungsrichtung zu bewirken.

Um auf dem ersten Wege zu einem befriedigenden Resultate zu gelangen, erscheint es vor allen Dingen nothwendig, den Vorgang des Fliegens bei Vögeln, Insekten ꝛc. möglichst sorgfältig zu studiren. Dieses ist auch schon vor längerer Zeit von Prechtl, Fresenius, de Lucy u. A., namentlich aber in den letzten Jahren durch den französischen Physiologen E. J. Marey, Professor am Collége de France, geschehen. Da die ziemlich umfangreichen Arbeiten Marey's noch keine Erwähnung im Jahrbuche gefunden haben, so mag hier ein kurzer Ueberblick über dieselben Platz finden.

Marey studirte zunächst den Flug der Insekten und legte sich dabei vor allen Dingen die Frage nach der Anzahl der Flügelschläge in der Sekunde vor (Comptes rendus, 28. déc. 1868). Zu dem Zwecke hielt er das Insekt mit einer Pincette am Hinterleibe fest derart, daß der eine Flügel an der Oberfläche eines rotirenden Cylinders mit berußter Oberfläche leicht hinstreifte, wenn das Thier fortzufliegen suchte. Eine Stimmgabel, die ihre Schwingungen auf denselben Cylinder aufzeichnete, diente zur genauen Zeitbestimmung. Auf diese Weise ergab sich die Zahl der Flügelschläge in der Sekunde bei der

	gemeinen Fliege	330
	Hummel	240
	Biene	190
	Wespe	110
	Macroglossa Galii[1]) . . .	72
	Wasserjungfer	28
beim	Kohlweißling	9.

Um ferner die Form der Bewegung der Flügel zu studiren, bediente sich Marey derselben Methode, welche früher Wheatstone zur Beobachtung der Saitenschwingungen in Anwendung gebracht hat; er befestigte nämlich an der Spitze des Insektenflügels mittels Firniß ein kleines Stück eines dünnen Goldblättchens und hielt dann das Thier in die Sonne. Wenn

---

[1]) Ein Abendschwärmer.

dasselbe fortzufliegen versuchte, so konnte man den glänzenden Punkt auf der Flügelspitze ebenso verfolgen, wie man eine rasch bewegte glühende Kohle im Finstern beobachten kann. Marey sah, wie bei verschiedenen Insekten die Spitze des Flügels die Gestalt einer etwas in die Länge gezogenen 8 beschreibt, und er hat später gezeigt, daß diese ziemlich complicirte Bewegung eine bloße Folge des Luftwiderstandes auf den Flügel des Insektes ist, den dieses nur einfach hebt und senkt. Zum Beweise für die Richtigkeit dieser schon früher von Dürkheim ausgesprochenen Ansicht hat Marey auch einen besonderen, mit häutigen Flügeln versehenen Apparat construirt, um die erwähnte Bewegung nachzuahmen.

Die Bemerkung, daß die Bewegung des Insektenflügels beim Fliegen in Form einer 8 erfolgt, ist übrigens schon im März des Jahres 1867 in einem in der Royal Institution von Großbritannien gehaltenen Vortrage von dem Physiologen Pettigrew aus Edinburg gemacht worden.

Marey hat nun weiter die Bewegungen der Flügel verschiedener Vögel während des Fluges untersucht (Comptes rendus 1870 juin 13, novbr. 14; Revue des Cours scientifiques, 6ᵉ année, nᵒˢ 4, 11, 16, 37, 38, 41, 44). Es läßt sich erwarten, daß hier das Resultat ein etwas anderes sein wird, als beim Fluge eines Insektes; denn während der Insektenflügel der Luft auf beiden Seiten wesentlich denselben Widerstand entgegen setzt, ist dieses wegen der Stellung der Federn beim Flügel des Vogels nicht der Fall, indem die obere Fläche des Flügels die Luft ziemlich ungehindert durch die Zwischenräume der Federn hindurchgehen läßt.

Die Versuche wurden in einem großen Saale angestellt, wo die Vögel entweder gegen 16 Meter geradlinig oder auch in einem Kreise von 6 bis 7 Meter Durchmesser fliegen konnten.

Um zunächst die Anzahl der Flügelschläge in der Sekunde zu ermitteln, befestigte Marey einen doppelten Telegraphendraht an den Flügeln des Vogels, durch welchen bei jedem Flügelschlage ein elektrischer Strom geöffnet und geschlossen wurde; dieser Strom besorgte dann die Registrirung der Flügelschläge. Außerdem aber brachte Marey auch noch an der Brust des Thieres eine mit einem Luftschlauche verbundene Kapsel an. Mittels der Luftsäule wurden die bei jedem Flügelschlage statt-

findenden Ausdehnungen und Contractionen der Brustmuskeln auf einen am andern Ende des Schlauches befindlichen Hebel übertragen, der dann die Registrirung besorgte, ein Verfahren, welches an den Vorgang bei den sogenannten pneumatischen Klingeln erinnert. Die Registrirungen dieser Apparate controllirten sich gegenseitig. Auf diese Weise fand Marey die durchschnittliche Anzahl der Flügelschläge in der Sekunde bei

dem gemeinen Sperling . . .	13
der wilden Ente	9
„ Haustaube	8
„ Sumpfweihe	5,75
„ Schleiereule	5
und dem Mäusebussard	3.

Im Anfange des Fluges ergab sich übrigens die Zahl der Flügelschläge im Allgemeinen geringer, dieselben waren aber dafür von größerer Amplitude als später; auch wenn eine große Geschwindigkeit erlangt war, wurden die Flügelschläge weniger häufig.

Die Zeit des Niederganges ergab sich in der Mehrzahl der Fälle größer, als die Zeit des Aufganges der Flügel; nur bei Vögeln, deren Flügel eine geringe Oberfläche besitzen, fand Marey beide Zeiten ungefähr gleich groß, in dem Maße aber, wie die Oberfläche größer war, stellten sich auch die Verschiedenheiten beider Zeiten mehr und mehr heraus. Diese Beobachtung ist nicht nur mit theoretischen Ansichten, sondern auch mit den Wahrnehmungen mancher Naturforscher in Widerspruch; doch giebt Marey zu, daß diese Wahrnehmungen an Vögeln gemacht worden sind, die er bei seinen Studien nicht benutzen konnte.

Schwieriger als bei den Insekten ließ sich bei den Vögeln die Form der Bewegung der Flügel erkennen. Doch gelang es Marey, einen Apparat zu ersinnen und in Anwendung zu bringen, der die Bewegungen der Flügel graphisch darstellte. Ein Hebel wirkte bei jeder horizontalen Bewegung des Flügels auf eine mit Luft gefüllte Kapsel, bei jeder vertikalen Bewegung auf eine andere; von diesen Kapseln, die wie der Hebel auf dem Vogel selbst befestigt waren, wurde die Bewegung durch mit Luft gefüllte Schläuche auf einen ähnlichen feststehenden Apparat übertragen, dessen Hebel auf einer berußten Fläche

eine die Bewegung der Flügel repräsentirende Curve aufzeichnete. Es stellte sich auf diesem Wege eine ellipsenförmige Bewegung der Flügel heraus.

Aus den weiteren Untersuchungen Mareys ergab sich dann, daß der Körper des Vogels immer eine Wellenlinie beschreibt, eine Thatsache, deren Richtigkeit man bei manchen Vögeln auch schon bei flüchtiger Beobachtung zu erkennen vermag. Diese Oscillationen in vertikaler Richtung sind bei verschiedenen Vögeln verschieden, z. B. bedeutender bei der Wildente als bei Raubvögeln. Marey hat aber noch weiter gezeigt, daß mit jeder Umdrehung der Flügel zwei Oscillationen stattfinden, eine während des Aufganges, die andere während des Niederganges der Flügel. Wenn nämlich der Vogel die abwärts gerichtete Bewegung seines Flügels beginnt, so steigt er selbst aufwärts, um gegen Ende des Niederganges der Flügel wieder herab zu sinken; zu gleicher Zeit vergrößert sich seine horizontale Geschwindigkeit. Ebenso beginnt der Vogel zu steigen, wenn er seine Flügel aufwärts bewegt, gegen Ende dieser Bewegung aber sinkt er wieder; zu gleicher Zeit vermindert sich die horizontale Geschwindigkeit. Man sieht also, daß das Aufwärtsgehen des Vogels beim Erheben der Flügel auf Kosten der horizontalen Geschwindigkeit erfolgt, in ähnlicher Weise, wie ein Papierdrache in einem horizontalen Luftstrome aufsteigt, dem er seine geneigte Fläche zukehrt.

Dieses Aufsteigen des Vogels beim Aufschlage findet übrigens im Anfange des Fliegens, wo er die nöthige horizontale Geschwindigkeit noch nicht erlangt hat, nicht statt. Auf diesen Punkt hat schon früher Liais (Comptes rendus LII, p. 697) aufmerksam gemacht.

Während die Untersuchungen von Marey uns die thatsächlichen Verhältnisse beim Fluge der Vögel kennen lehren, hat es ein deutscher Gelehrter, Ludwig Kargl in Zürich, unternommen, die mechanischen Bedingungen dieser Bewegung genauer zu untersuchen. (Vergl. dessen Arbeit: „Zur Mechanik des Fluges" im „Civilingenieur", Neue Folge, XVI.) Aehnliche Untersuchungen sind schon früher von Prestl veröffentlicht worden (Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien, 1846); doch weichen Kargl's Resultate in mehreren wesentlichen Punkten von denen Prestl's ab. Wir können an dieser Stelle nicht

den mathematischen Gedankengang der Kargl'schen Arbeit reproduciren und wollen uns begnügen, das Resultat anzuführen, zu welchem Kargl im Bezug auf das Schweben der Vögel gelangt ist.

Bedeutet l die Länge des Flügels in Metern, F die Fläche der Flügel in Quadratmetern, G das Gewicht des Vogels in Kilogrammen und k die Zeit des Rückschlages (Aufschlages) des Flügels dividirt durch diejenige des Niederschlages, so findet man nach Kargl die Anzahl s der Flügelschläge, die der Vogel beim Schweben in der Sekunde machen muß, mittels der Formel

$$s = \frac{0{,}78}{l}\sqrt{\frac{G}{F\,(1+k)}}$$

und die fürs Schweben nöthige Arbeit, in Kilogramm-Metern ausgedrückt, ist

$$A = 2{,}20\,G\sqrt{\frac{G}{F}\,(1+k)}.$$

Aus diesen Formeln ergeben sich folgende Werthe:

	G	l	F	s		A	
				$k = {}^1/_3$	$k = {}^1/_2$	$k = {}^1/_3$	$k = {}^1/_2$
Adler	3,37	0,92	0,230	2,8	2,6	9,77 G	10,4 G
Saatkrähe	0,52	0,46	0,061	4,3	4,0	7,40 G	7,85 G
Taube	0,34	0,30	0,026	8,1	7,6	9,18 G	9,74 G
Sperling	0,03	0,12	0,0048	13,7	12,9	6,25 G	6,63 G

Hiernach ist die Arbeit, welche ein Vogel während seines Fluges zu leisten hat, eine ganz riesige im Vergleich zu seinem Gewichte. Während ein Mensch bei der größten Anstrengung, etwa wenn er eine Stiege hinaufläuft, sein eigenes Gewicht höchstens um ein Meter in der Sekunde heben kann, muß der Vogel beim bloßen Schweben eine Arbeit aufwenden, die mindestens das Sechsfache seines Gewichtes beträgt.

Es mag hierbei eingeschaltet werden, daß nach den Beobachtungen von Marey der Werth von k (${}^1/_3$ oder ${}^1/_2$) in obiger Tabelle jedenfalls zu klein genommen ist. Derselbe fand nämlich, in Hundertel-Sekunden ausgedrückt,

	die Zeit des Rückschlages	Niederschlages
bei der Ente	3	$3^2/_3$
„ „ Taube . . .	3	$4^1/_2$
beim Bussard	$8^1/_2$	13 ,

so daß also k für diese drei Vögel die Werthe $^9/_{11}$, $^2/_3$, $^{17}/_{26}$ haben würde. Mit der Vergrößerung von k wird aber A ebenfalls größer, so daß die Richtigkeit der obigen Bemerkung Kargl's nur erhöht wird.

Aus der obigen Tabelle geht auch hervor, daß ein Apparat, bei welchem das Verhältniß der Flügelfläche zum Gesammtgewicht dasselbe wäre wie beim Adler, nur etwa ein Gewicht von 9 Kilogramm für jede Pferdekraft besitzen dürfte, wenn es möglich sein sollte, denselben schwebend in der Luft zu erhalten. „Wenn man nun bedenkt, daß zur Hebung und Fortbewegung noch mehr Kraft erforderlich wäre, daß eine gute Nichtcondensationsmaschine doch 20 Kilogr. Wasser und Kohlen in der Stunde braucht, daß ferner das Eigengewicht der Maschine gewöhnlich schon allein das Fünffache dieses Werthes beträgt, und daß endlich auch noch das Gewicht des eigentlichen Flugapparates hinzutritt, so wird man wohl zu dem Schlusse gelangen, daß jedenfalls wenig Hoffnung vorhanden ist, mit den jetzigen Dampfmaschinen Flugapparate zu bauen.“

Diesen wenig Aussicht erweckenden Worten Kargl's entsprechen denn auch die bisherigen negativen Ergebnisse aller Bemühungen, eine praktische Flugmaschine zu construiren. So oft auch die Nachricht in die Welt geschickt wurde, das Problem sei endlich gelöst, immer zeigte es sich, daß noch eine angebliche Kleinigkeit fehlte, und schließlich wurde die angebliche Erfindung in tiefes Schweigen gehüllt.

Mit dem Schwimmen in der Luft steht es dagegen in mancher Beziehung besser. Indem man einen großen Ballon aus dünnem, luftdichtem Stoffe mit einem Gase füllt, welches beträchtlich leichter ist, als die atmosphärische Luft (am besten mit Wasserstoffgas, statt dessen man aber gewöhnlich das leichter zu beschaffende Leuchtgas nimmt), erhält man einen Körper, der in der atmosphärischen Luft aufsteigt und dabei eine mehr oder minder beträchtliche Last mit sich in die Höhe zu ziehen und zu tragen im Stande ist. Seitdem Pilâtre de Rozier

zum ersten Male am 15. October 1783 mit einem Ballon aufstieg, sind Tausende seinem Beispiele gefolgt. Und nicht blos zur Befriedigung der Schaulust der Menge oder aus Hang zu muthigen Abenteuern wurde die schwankende Gondel am Ballon bestiegen, sondern auch zu ernsten praktischen und wissenschaftlichen Zwecken. Schon im Jahre 1794 versuchte während der Schlacht von Fleurus der französische General Morlot die Bewegungen der Oesterreicher von einem Luftballon aus zu beobachten, und ähnliche Versuche sind auch später wieder gemacht worden. Noch in frischer Erinnerung sind die Leistungen der Luftballons im letzten französischen Kriege.

Nach einer von Gaston Tissandier an die französische Akademie gerichteten Mittheilung sind während der Belagerung von Paris in der Zeit vom 23. Septbr. 1870 bis 28. Januar 1871 im Ganzen vierundsechszig Ballons mit Personen aus dieser Stadt abgegangen. Davon waren die vier ersten, am 23. Septbr. und 1. Oktober unter Führung von Duruof, Mangin, L. Godard und G. Tissandier aufgestiegenen alte Ballons; die übrigen aber, von je 2000 Cubikmeter Inhalt, wurden erst während der Belagerung angefertigt. Von diesen 5 Ballons fielen 5 in die Hände der Deutschen: „la Bretagne" bei Verdun, „Galilée" bei Chartres, „Daguerre" bei Ferrières, „la Ville de Paris" bei Wetzlar und „le Général Chanzy" bei Rottenberg in Bayern. Zwei gingen verloren: der „Jacquard" unter Führung des Matrosen Prince, welcher am 30. October aufstieg, erschien nicht wieder, doch will man ihn in der Gegend von Plymouth über dem Meere gesehen haben; der „Richard Wallace", vom Soldaten Lacaze geführt, verunglückte am 27. Januar in der Nähe von Rochelle im Meere.

Ein Ballon, „la Ville d'Orléans", von Rollin geführt, ging über die Nordsee und kam nach 15 Stunden und nach Zurücklegung von etwa 1600 Kilometern in Norwegen wieder zu Boden.

Wie die Luftballons zu wissenschaftlichen Zwecken, zur Erforschung der Windrichtung, der Temperatur &c. in den höheren Schichten der Atmosphäre benutzt worden sind, das ist schon früher in diesem Jahrbuche erwähnt worden (Jahrg. II. S. 126) und für derartige Forschungen wird der Luftballon sicher in Zukunft noch weit mehr in Anwendung kommen.

Wenn wir aber der Hoffnungen gedenken, mit denen die Erfindung der Luftballons durch Montgolfier und Charles begrüßt worden, so ist das, was erreicht worden ist, nur verschwindend wenig. Zu jener Zeit dachte Jeder eine neue Anwendung von dem neuen Vehikel, von dem neuen „Organe" zu machen: für den Naturforscher schienen die Geheimnisse des Luftkreises mit leichter Mühe zu entschleiern, der Geograph fand im Luftballon das beste Mittel zur Erforschung schwer zugänglicher Gegenden, Artillerieoffiziere fanden es schon nöthig, Befestigungssysteme zu ersinnen, die man einem in der Luft anrückenden Feinde entgegensetzen könnte, während andere sich mit der Aufstellung neuer taktischer Principien für Schlachten in den Regionen des Luftkreises beschäftigten. Ja man hielt eigentlich die Erfindung des Luftballons nur für den kleinen Vorläufer noch gewaltigerer Erfindungen, auch auf andern Gebieten; nachdem es gelungen, in die Lüfte aufzusteigen, hielt man nichts mehr für unmöglich. Der alte, achtzigjährige und kranke Marschall Villeroi mußte fast mit Gewalt an ein Fenster der Tuilerien geführt werden, um einer Auffahrt Charles' beizuwohnen, da er durchaus nicht an die Möglichkeit von Ballonfahrten glauben wollte. Und als er nun sah, wie Charles aus seiner Gondel die jubelnde Menge grüßte und sich majestätisch in die Lüfte erhob, da stürzte der Greis auf die Knie, Thränen rollten über die Wangen nnd er rief: „Ja, nun ists gewiß, sie werden das Geheimniß, nicht mehr zu sterben, auch noch lösen; aber ich werde dann nicht mehr leben." (Arago, Vie de Carnot. Oeuvres complètes, I, p. 523).

Diesen hochgespannten Erwartungen gegenüber muß man aber bei ruhiger Betrachtung der thatsächlichen Verhältnisse bekennen, daß die Luftschifffahrt heutigen Tages noch im Wesentlichen auf demselben Standpunkte ist, wie am Ende des vorigen Jahrhunderts. Trotz aller Verbesserungen und Vervollkommnungen in Einzelheiten der Einrichtung des Ballons, der Wahl und Zurichtung des Stoffes ꝛc. ist doch das Hauptproblem, um das es sich handelt, die willkürliche Bewegung in horizontaler Richtung, auch heute noch nicht gelöst. Und doch haben sich mit diesem Probleme gleich vom Anfange an die tüchtigsten Köpfe beschäftigt, wie Carnot, Monge und viele andere. Auch

in den letzten Jahren ist dieselbe Aufgabe wieder in Angriff genommen worden, besonders ernst während der Belagerung von Paris. Massenhaft wurden Projecte zur Construction steuerbarer Luftballons eingereicht, aber die Ausführung fehlte und nur zwei wirklich praktische Versuche sind gemacht worden.

Der erste ging aus vom Viceadmiral Nicolas Hippolyte Labrousse. Derselbe benutzte einen Ballon, den „Duquesne", von der gewöhnlichen, im Wesentlichen kugelförmigen Gestalt und 2000 Cubikmeter Inhalt, an dessen Gondel er den zur Fortbewegung und zugleich zum Lenken dienenden Apparat anbringen ließ, der von ein Paar Personen in Bewegung gesetzt wurde. Dieser Apparat bestand aus zwei Schrauben von je 5 Meter Durchmesser und 15 Quadratmeter Oberfläche, deren Achsen einen spitzen Winkel bildeten. Der ideelle Kreuzungspunkt beider Achsen lag vom Schwerpunkte der Gondel aus nach vorwärts, so daß also, wenn beide Schrauben mit derselben Rotationsgeschwindigkeit bewegt wurden, der Ballon in ruhiger Luft vorwärts gehen mußte in Richtung der Halbirungslinie des Winkels, den die Achsen bildeten. Die Geschwindigkeit der beiden Schrauben konnte auf 20 bis 25 Umdrehungen in der Minute gesteigert werden. Es ist nun klar, daß bei ungleicher Geschwindigkeit beider Schrauben der Ballon eine seitliche Richtung verfolgen mußte, daß es also in ruhiger Luft allerdings möglich war, denselben zu lenken. Die Geschwindigkeit, welche man dem Ballon mit Hilfe beider Schrauben in ruhiger Luft ertheilen konnte, wurde auf 4—5 Kilometer in der Stunde veranschlagt, ungefähr die Geschwindigkeit eines nicht sonderlich eilenden Fußgängers. Natürlich ließ sich mit so bescheidenen Mitteln bei einigermaßen starkem Winde dem Ballon keine von der des Windes erheblich verschiedene Richtung geben. Denn nach einem einfachen mechanischen Grundgesetze erhält man den größten Abweichungswinkel, der zu erlangen ist, wenn man ein rechtwinkliges Dreieck konstruirt, dessen Hypotenuse die Windgeschwindigkeit und dessen eine Kathete die Geschwindigkeit des Ballons in ruhiger Luft ist; die andere Kathete stellt dann nach Größe und Richtung die Geschwindigkeit des Ballons in der bewegten Luft dar, und der zwischen dieser Kathete und der Hypotenuse eingeschlossene Winkel giebt die größte erreichbare Abweichung von der Windrichtung an. In=

dessen, wenn sich auch nur eine geringe Abweichung erreichen ließ, so konnte man doch immerhin, wenn sonst alles gelang, den Punkt des Niederfallens einigermaßen willkürlich regeln, wenn man nur gehörig weit in der angenommenen Richtung weiter segelte.

Der Ballon Labrousse's ging einige Wochen vor dem Abschlusse des Waffenstillstandes, am 9. Januar früh 3 Uhr 15 Min. von dem Godard'schen Etablissement im Bahnhofe von Orléans in Paris ab. Labrousse selbst war durch Krankheit gehindert, dem Aufsteigen beizuwohnen. Da der Wind mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 Meter in der Sekunde nach Osten wehte, so dirigirte man den Ballon südlich, und es hatte für die Personen, welche der Abfahrt beiwohnten, das Aussehen, als wenn der Ballon wirklich etwas nach dieser Richtung ginge, so daß Labrousse in einem an die Akademie gerichteten Schreiben (Comptes rendus, 1871, janvier 9) die Hoffnung aussprach, derselbe werde vielleicht in der Gegend von Besançon oder in der Schweiz zu Boden fallen. Indessen erfüllte sich diese Hoffnung nicht, der Ballon fiel in der Nähe von Rheims in einer von den Deutschen besetzten Gegend nieder, doch entging der Führer Richard mit seinen drei, die Bemannung bildenden Matrosen der Gefangennahme. Nach Richard's Angabe gelang es in der That mehrmals, den Ballon zu lenken, aber in Ermangelung eines besondern Hilfsmittels war es unmöglich, die eingeschlagene Richtung sicher einzuhalten (Comptes rendus, 1872, févr. 13). Man sollte freilich denken, daß man gleich beim Aufsteigen des Ballons an ein solches Hilfsmittel, einen Compaß mit passender Einrichtung, gedacht hätte. Jedenfalls war dies nicht der einzige Mangel, an dem dieser erste Versuch scheiterte. Es wird auch in der That erwähnt, daß der Ballon die Unart gehabt, zeitweilig in Drehung zu gerathen und daß es in solchen Fällen unmöglich war, ihn zu steuern (Revue maritime et coloniale, Mai 1872, p. 276). Zwar fand Labrousse nachher ein Mittel, den übeln Folgen einer solchen Rotation des Ballons zu begegnen, indem er die Aufhängung der Gondel so anordnete, daß sie von der Rotation des Ballons nicht afficirt wurde; aber da mittlerweile die Belagerung von Paris aufgehoben worden war, so wurde keine zweite Auffahrt versucht. Das beweist unserer Ansicht nach

zur Genüge, daß man von seiten Labrousse's und seiner Gehilfen keine zu hohe Meinung von dem Erfolge des ganzen Experimentes hatte.

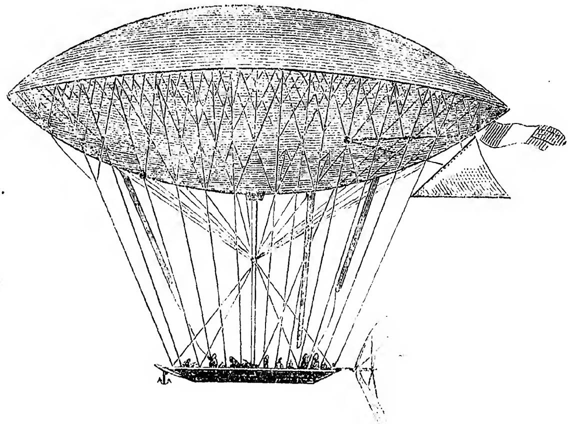
Der andere Versuch, dessen wir hier gedenken müssen, ging von dem berühmten Constructeur der Maschinen der französischen Kriegsmarine, dem Akademiker Stanislas Charles Henri Lorent Dupuy de Lôme aus. Derselbe wurde, nachdem er der Akademie seinen Plan entwickelt hatte (Compte rendus, 1870, octobr. 10, 17, 31) vom Gouvernement der nationalen Vertheidigung mit der Construction eines Ballons seines Entwurfes beauftragt und ihm zu dem Zwecke die Summe von 40000 Franken bewilligt. Unter Mitwirkung des Marineingenieurs Zédé und des Aëronauten Yon wurde denn auch die Arbeit in Angriff genommen, aber verschiedene Verhältnisse verzögerten dieselbe, so daß der Ballon während der Belagerung von Paris durch die deutschen Heere nicht benutzt werden konnte. Dann kam die Insurrection der Commune und die zweite Belagerung von Paris und so hatte Dupuy de Lôme seinen Ballon erst im Decbr. 1871 fertig und konnte ihn nicht eher als den 2. Februar 1872 erproben (Comptes rendus, 1872, févr. 5).

Wir wenden uns nun zu einer Beschreibung dieses Ballons, von dem Fig. 30 eine Ansicht giebt.

Um eine horizontale Achse zu erhalten, in welcher der Luftwiderstand ein Minimum ist, hat Dupuy de Lôme seinem Ballon die Form eines Rotationskörpers gegeben, den man durch Umdrehung eines Kreisbogens um seine Sehne erhält. Die Länge des Ballons beträgt 36,12 Meter, der Durchmesser des größten Querschnittes 14,84 Meter, der Halbmesser des Längenschnittes 25,78 Meter und das Volumen des gefüllten Ballons 3454 Cubikmeter. Der Ballon ist aus weißem Seidentaffet gefertigt und auf seiner Innenseite mit drei Lagen eines Firnisses überzogen, der nach der Vorschrift des Prof. Troost von der Ecole normale so bereitet ist, daß man erst 100 Theile Gelatine in 600 Holzessig im Wasserbade auflöst und dann 100 Glycerin zusetzt, worauf man die noch warme Flüssigkeit unter fleißigem Umrühren in eine andere, aus 100 Tannin und 600 Holzessig bestehende gießt, das Ganze wenigstens eine Stunde im Wasserbade kocht und den

verdunstenden Holzessig immer wieder ersetzt. Dieser Firniß wird dann noch warm aufgetragen. Er trocknet leicht innerhalb 24 Stunden. Drei Ueberzüge sollen eine für Wasserstoff undurchdringliche Schicht bilden.

Fig. 30.



Der obere Theil des Ballons ist mit einem Mantel bedeckt, an welchem sich zwei concentrische Netze befinden, ein äußeres, welches die Gondel trägt und ein inneres, welches oberhalb der Gondel kegelförmig zusammenläuft und die Stabilität des Ganzen befördern soll. Im Innern des Ballons ist ein kleinerer Ballon oder Luftsack angebracht, dessen Volumen den zehnten Theil vom Volumen des großen beträgt. Dieser kleine Ballon steht durch einen Schlauch mit einem in der Gondel befindlichen Ventilator in Verbindung, mit dessen Hilfe er von einem an einer Kurbel arbeitenden Manne in 15 Minuten mit Luft gefüllt werden kann. Es soll dieser kleine Ballon eine ähnliche Rolle spielen, wie die Luftblase der Fische; indem man ihn mit Luft füllt, soll man, ohne daß man nöthig hat, Gas aus dem Hauptballon ausströmen zu lassen, im Stande sein, sich um 866 Meter herabzulassen, während bei der Entleerung desselben der Ballon steigt.

Mit Wasserstoffgas gefüllt hat der Ballon, wenn der kleine Ballon leer ist, eine Steigkraft von 3799 Kilogr., wenn der kleine Ballon mit Luft gefüllt ist, dagegen eine solche von 3419 Kilogr.

Als Steuerruder dient ein am hintern Ende des Ballons unten angebrachtes dreieckiges Segel; die Höhe desselben beträgt 5 Meter, seine Oberfläche 15 Quadratmeter und seine untere Seite ist an einer 6 Meter langen Stange befestigt, die an ihrem Ende um einen Zapfen drehbar ist. Von dieser Stange aus gehen zwei Leinen zur Gondel herab, an denen der Steuermann, der den Compaß vor sich hat, die Stellung des Steuers reguliren kann.

Die Gondel ist in ihrem mittleren, aus Korbgeflecht bestehenden Theile 6,5 Meter lang, ihre Totallänge beträgt 12,6, ihre Breite 3,26 Meter und sie kann bequem 14 Personen nebst den verschiedenen Apparaten aufnehmen. Von diesen Personen dienen acht zur Bewegung des gleich zu erwähnenden Propellers, eine besorgt den Ventilator, eine fungirt als Steuermann, ferner besorgt eine den Ballast, eine andere die Ventile, das Schleppnetz und den Anker, eine zeichnet den Curs auf und eine hat die Oberleitung.

Zur Bewegung des Ballons dient eine an der Gondel angebrachte zweiflügelige Propellerschraube mit 8 Meter Durchmesser und einem Steigungsverhältnisse von $^1/_{10}$. Dieselbe ist am hintern Theile der Gondel so angebracht, daß sie, ohne eine Transmission durch Ketten oder Riemen, direct in Thätigkeit gesetzt werden kann. Ihre Welle liegt 20,45 Meter unterhalb der horizontalen Achse des Ballons. Dieselbe läßt sich beim Landen mittels einer Drehung schräg in die Höhe richten, um die Schraube vor Verletzungen beim Auftreffen auf den Boden zu bewahren. Uebrigens sind die Kurbeln, mittels deren diese Welle bewegt wird, so angeordnet, daß der Schwerpunkt der daran thätigen Arbeiter während der Drehung ziemlich unverändert bleibt.

Das Gesammtgewicht des Aërostaten, wenn er mit der Steigkraft im Gleichgewicht ist, mit Einschluß von Gondel, Stricknetz, Maschinerie und Instrumenten, 14 Mann Bemannung Gepäck, Lebensmitteln und 600 Kilogramm Ballast beträgt 3799 Kilogr.

Zur Füllung des Ballons verwandte Dupuy de Lôme nicht, wie üblich, Leuchtgas, sondern Wasserstoffgas, welches durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Eisenfeilspäne entwickelt und dann durch einen Wasch- und einen Trockenapparat geleitet wurde. Es wurden zwei Batterien von je 40 Tonnen aufgestellt, die abwechselnd arbeiteten und bei jeder Operation 500 Cubikmeter Gas lieferten. Eine Operation dauerte etwa zwei Stunden und da zur vollständigen Füllung sieben Operationen nöthig waren, so brauchte man, wenn Nachts nicht gearbeitet werden sollte, jedenfalls zwei Tage zur Füllung; in Wirklichkeit dauerte die Füllung sogar drei Tage, vom 30. Januar bis zum Abende des 1. Februar.

Das Aufsteigen des Ballons fand am Morgen des 2. Febr. 1872 vom Hofe des Fort Neuf von Vincennes aus statt. Das Wetter war ungünstig und durch einen heftigen Windstoß erlitt die Gondel eine Havarie, die zwar in der Hauptsache rasch reparirt wurde, die aber doch nachher die Umdrehung der Schraubenwelle einigermaßen hinderte. Um 1 Uhr Mittags wurden die den Ballon haltenden Stricke losgelassen, nachdem man vorher 150 Kilogr. Ballast ausgeworfen hatte, und der Ballon erhob sich mit Dupuy de Lôme, Zédé, Yon, Dartois und 10 andern Personen. Das Thermometer zeigte + 8° C., das Barometer 755 Millim., der Wind blies stark aus Süden. Nachdem der Ballon einige Zeit sich erhoben hatte, wurde die Propellerschraube auf ihr Lager herabgelassen und erst langsam, dann schneller bewegt. Zunächst wurden nun Versuche mit dem Steuer gemacht, dasselbe wurde nach rechts und links gedreht und hierauf in diametraler Stellung festgehalten. Dabei zeigte sich, daß der Ballon dem Steuer ganz gut gehorchte, sobald die Schraube in Bewegung war. Eine Viertelstunde lang beschäftigte man sich mit solchen und ähnlichen Manövern, um die Leistungsfähigkeit des Aërostaten vorläufig zu prüfen; dann begannen die eigentlichen Beobachtungeu, welche in gewissen Intervallen mit und ohne Bewegung der Schraube vorgenommen wurden, wobei man immer die vertikale Erhebung (nach der Angabe eines Aneroidbarometers), die Temperatur, Richtung und Geschwindigkeit der Fahrt, Anzahl der Propellerumdrehungen u. s. f. notirte. Um 3 Uhr stiegen die Luftschiffer in der Gegend von Mondécourt an der Grenze der Departements

Oise und Aisne zur Erde nieder. Trotz des heftigen Windes ging die Landung ganz glücklich und ohne den geringsten Unfall von statten.

Dupuy de Lôme giebt noch an, daß nachdem er mit völlig aufgeblähtem Ballon und zusammengeklapptem Luftsack mit einer Steigkraft von 150 Kilogr. empor gestiegen war, noch 300 Kilogr. Ballast ausgeworfen werden mußten, um die Höhe von 1020 Meter zu erreichen; ein Gasverlust sei während der zweistündigen Fahrt nicht bemerkbar gewesen, und es würde also noch ein längeres Verweilen in der Luft möglich gewesen sein. Derselbe hebt besonders als durch die Fahrt vom 2. Februar erwiesen folgende Resultate hervor:

1) gesicherte Stabilität des Aërostaten trotz der langgestreckten Form, hauptsächlich in Folge der eigenthümlichen Anordnung des inneren Stricknetzes;

2) Erhaltung der Form mit Hilfe des Luftsackes;

3) die Fähigkeit, den Vordertheil der Gondel, wenn die Schraube arbeitet, in einer beliebigen Richtung zu halten;

4) eine nicht zu unterschätzende Geschwindigkeit bezüglich der umgebenden Luft in Folge der Bewegung der durch acht Mann getriebenen Schraube; diese Geschwindigkeit betrug bei 27 1/2 Umdrehungen in der Minute 2,82 Meter per Sekunde oder 10 1/4 Kilometer per Stunde. Die Arbeit, welche die acht Mann leisten, wenn sie der Schraube 27 1/2 Umdrehungen ertheilen, schätzt Dupuy de Lôme nicht höher als 60 Kilogramm-Meter (4/5 Pferdekraft).

Es konnte nicht fehlen, daß die Luftfahrt Dupuy de Lôme's Aufsehen erregen mußte. War auch die Abweichung des Ballons von der Windrichtung nicht bedeutend, so war doch die Möglichkeit, innerhalb bescheidener Grenzen den Ballon zu dirigiren, durch den Versuch bewiesen. Auch war ja die zur Fortbewegung des Ballons verwendete Kraft nur eine unbedeutende; wenn man einen kräftigeren Motor anwandte, so ließen sich wohl auch großartigere Resultate erzielen. Auch wieß Dupuy de Lôme darauf hin, daß, wenn man die Gefahren beseitigen könnte, welche die Anwendung einer Dampfmaschine in der Gondel mit sich bringt, man der Schraube eine kräftigere Bewegung und damit dem Fahrzeuge eine größere Geschwindigkeit ertheilen könnte.

Aber alles das sind Ideen, die nicht erst neu aufgestellt

oder erprobt zu werden brauchten, sondern die schon vor Jahrzehnten in der Praxis sich bewährt haben.

Es war am 24. September 1852, Nachmittags 5 1/4 Uhr, als vom Hippodrom in Paris ein Luftballon von eigenthümlicher Form aufstieg, in dessen Gondel sich eine Dampfmaschine befand, welche eine Flügelschraube trieb. Erfinder und Führer des Luftschiffes war ein junger, damals noch unbekannter Ingenieur, der seitdem einen bedeutenden Ruf erlangt hat, Henri Giffard.

Der Ballon, dessen sich Giffard bediente, hatte eine langgestreckte Form, wie man sie durch Rotation eines Kreisbogens um seine Sehne erhält; die Länge betrug 44 Meter, die größte Höhe 12 Meter, der Inhalt war 2500 Cubikmeter. Der ganze obere Theil des Ballons war, mit Ausschluß der Enden, mit einem Netzwerk eingehüllt, dessen Seilenden an einer unterhalb des Ballons angebrachten horizontalen Stange von 20 Meter Länge befestigt waren. Am hintern Ende dieser Stange befand sich ein als Steuerruder dienendes dreieckiges Segel, dessen eine aufwärts gehende Kante an einem der Seile des Netzwerkes angebracht war, die ihm zugleich als Rotationsachse diente.

Sechs Meter unterhalb der erwähnten horizontalen Stange, war auf einem an Stricken hängenden Holzgestell eine kleine 3pferdige Dampfmaschine mit vertikalem Kessel, innerer Feuerung und mit abwärts gerichtetem Schornsteine angebracht. Durch Eintritt des im Cylinder benutzten Dampfes in den Schornstein wurde der nöthige Zug bewirkt. Als Brennmaterial wurden Cokes bester Qualität verwendet. Die Maschine selbst hatte einen vertikalen Cylinder, von dessen Kolbenstange aus mittels Kurbel eine horizontale Welle mit drei Flügelschraubengängen von 3,4 Meter Durchmesser in Bewegung gesetzt wurde. Die Geschwindigkeit der Schraube betrug ungefähr 110 Touren in der Minute. Das Gewicht des Dampfkessels war 100 Kilogr., das der Maschine 50 Kilogr., zusammen 150, oder 50 Kilogr. pro Pferdekraft.

Des bequemern Transportes halber und um die Maschinerie weniger zu gefährden, wenn der Ballon mit einer größeren horizontalen Geschwindigkeit zu Boden fiel, war das Gestell, auf dem die Maschine stand, mit Rädern versehen.

Mit Wasserstoff gefüllt würde der Ballon eine bedeutend größere Tragkraft gehabt haben (2800 Kilogr.); da aber dieses

Gas nicht leicht in genügender Menge zu beschaffen war, so betrug der Auftrieb nur 1800 Kilogr. Davon gingen folgende Gewichte ab:

Aërostat mit Ventil	320	Kilogr.
Netz	150	"
Horizontaler Balken, Steuer ꝛc.	350	"
Kessel (leer) und Maschine	150	"
Wasser und Kohlen in der Maschine bei der Abfahrt	60	"
Das Gestell nebst Zubehör	420	"
Schleppseil	80	"
Gewicht des Führers	70	"
Steigkraft bei der Abfahrt	10	"
	1560	Kilogr.

Es blieben also noch 240 Kilogr. übrig, welche auf Wasser und Kohlen verwendet wurden.

Als Giffard sich mit seinem Ballon erhob, wehte ein so heftiger Wind, daß es nicht möglich war, gegen denselben zu steuern; doch zeigte sich deutlich, daß der Ballon dem Steuer folgte und seitliche Bewegungen machte. Der Ballon blieb längere Zeit in einer Höhe von 1500 Meter über dem Boden, später stieg er auf 1800 Meter. Kurz vor Einbruch der Nacht erstickte Giffard das Feuer, und nach einiger Zeit kam er in der Gemeinde Eancourt in der Nähe von Trappe glücklich wieder zu Boden. Nach Giffards eigenem Zeugnisse ist er bei diesem Unternehmen von den beiden Ingenieuren David und Sciama thatkräftig unterstützt worden. (Vergleiche den Bericht in dem Journal „la Presse“ vom 26. Septbr. 1852, abgedruckt in den Comptes rendus 1870 novembre 14 und in Tissandier, les Ballons dirigeables. Paris, E. Dentu. 1872).

Giffard ließ es nicht bei diesem ersten Versuche bewenden, sondern unternahm im Jahre 1855 von der Gasfabrik von Courcelles aus eine neue Auffahrt, diesmal in Begleitung des Aëronauten Yon, den wir schon als nachmaligen Gehilfen Dupuy de Lôme's kennen gelernt haben. Der Ballon hatte diesmal 3200 Cubikmeter Inhalt, auch waren verschiedene Verbesserungen am Ballon, wie an der Maschine getroffen worden. Wenn gleich auch diesmal nicht alles vollkommen nach Wunsch ging, so stellte sich doch wiederum heraus, daß man dem Ballon mittels Schraube und Steuer innerhalb gewisser Grenzen eine von der des Windes verschiedene Richtung ertheilen konnte.

Später wandte Giffard seine Aufmerksamkeit anderen Objecten, insbesondere der Verbesserung seines Injectors zu, und wenn er auch, wie es heißt, das Problem der Luftschifffahrt nicht aus den Augen verlor, so sind doch neue Versuche in großem Maaßstabe von ihm nicht angestellt worden. Besonders hatte er die Durchdringlichkeit des Stoffes, aus dem der Ballon gefertigt war, und den dadurch verursachten Gasverlust als einen ernsten Uebelstand empfunden.

Angesichts dieser Thatsachen ist es nun gewiß nicht zu verwundern, wenn viele Stimmen laut geworden sind, welche Dupuy de Lôme jeden Anspruch auf die Ehre einer selbstständigen Erfindung absprechen. So sagt Gaston Tissandier in dem oben citirten Schriftchen geradenwegs, daß Dupuy de Lôme alle wesentlichen Ideen seiner Erfindung von Giffard entlehnt habe, daß sein Ballon von Yon gefertigt worden, demselben Aëronauten, der unter Giffard im Jahre 1855 thätig gewesen und der später unter dessen Leitung die ballons captifs in London und Paris angefertigt, daß die verlängerte Form des Ballons ebenfalls von Giffard herrühre, daß der Luftsack im Innern des Ballons ziemlich unwesentlich und übrigens eine Erfindung des Generals Meusnier aus dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts sei (vergl. die Mittheilung des Generals Morin über Meusniers Arbeit in den Comptes rendus 1870, octobre 31); daß endlich die Anwendung von Menschenkraft zur Bewegung der Schraube statt einer Dampfmaschine offenbar ein Rückschritt sei.

Die von Dupuy de Lôme wegen seiner Gefährlichkeit noch beanstandete Anwendung eines thermodynamischen Motors ist indessen neuerdings wieder versucht worden, und zwar, wie es scheint, mit gutem Erfolge.

Im Herbste 1871 brachten verschiedene Zeitungen Mittheilungen über Versuche, die in der Fruchthalle in Mainz mit einem vom Mechaniker Paul Haenlein construirten lenkbaren Luftschiffe angestellt worden. Das Ganze war freilich nur ein Modell. Der Ballon hatte eine längliche Form, seine Länge betrug 11 Meter, seine größte Höhe 9 Meter. Zur Bewegung diente, und das muß als ein sehr glücklicher Gedanke bezeichnet werden, eine kleine Gaskraftmaschine, die unterhalb des Ballons aufgehängt war, und welche von dem im

Ballon selbst enthaltenen Gase gespeist wurde. Dieselbe besaß einen Cylinder von 12 Centimeter Länge und 8 Centimeter Weite und setzte ein Rad mit 4 Schraubenflügeln von 4 Meter Durchmesser in Rotation. Auf diese Weise konnte dem Ganzen in ruhiger Luft eine Geschwindigkeit von 92 Meter in der Minute ertheilt werden. Das Lenken soll (in der ruhigen Luft der Fruchthalle) in ganz befriedigender Weise gelungen sein.

Später ging Haenlein mit seinem Luftschiffe nach Wien, wo er dasselbe öffentlich in Thätigkeit setzte. In Folge dessen bildete sich, wie Wiener Blätter berichteten, ein Comité zur Ausführung eines solchen Luftschiffes in großem Maßstabe; in vier Monaten, so hieß es, sollte das Ganze fertig sein. Aber seitdem hat Nichts weiter über die ganze Sache verlautet. Vielleicht gedenkt man die Besucher der Wiener Weltausstellung zu überraschen.

Die Priorität des Gedankens, Gas aus dem Ballon zum Betriebe des Motors zu verwenden, ist jedoch von anderer Seite in Anspruch genommen worden. Am 27. November 1871 übersandte nämlich Bouvet der Pariser Akademie eine Reclamation „mit Rücksicht auf die Versuche über die Lenkung des Luftballons, welche von Herrn Hünler (?) in Mainz angestellt worden," worin er darauf hinwies, daß in diesen Versuchen nur die Ideen verwirklicht worden seien, die er im Jahre 1870 der Akademie mitgetheilt habe und die dann in den Comptes rendus vom 24. und 31. October, sowie vom 12. und 19. Decbr. desselben Jahres veröffentlicht worden seien. In der That hat Bouvet gleich nach dem Bekanntwerden von Dupuy de Lôme's Plan den Vorschlag gemacht, die Menschenkraft, welche Dupuy de Lôme anwenden wollte, durch eine Gasmaschine zu ersetzen, welche aus dem Ballon gespeist würde. Der Ballon würde auf diese Weise nicht sonderlich viel Gas abzugeben brauchen und außerdem könnte man auch einen kleinen, 25 bis 30 Cubikmeter haltenden Ballon mit Gas für den Motor mitnehmen.

Dampfwagen und Dampfschiffe.

In Frankreich ist man bei der Anlage secundärer Eisenbahnen neuerdings wieder auf das System von Larmanjat

aufmerksam geworden, das schon im V. Jahrg. dieses Jahrb. S. 195 kurze Erwähnung gefunden hat, und wie es heißt, hat man im Yonne-Department die Ausführung dieses Systemes beschlossen. Bei dieser Gelegenheit sind einige nähere Details über die gegenwärtige Anordnung desselben bekannt geworden, die hier zur Ergänzung unserer früheren Angaben Platz finden mögen.

Das Larmanjat'sche System ist dadurch ausgezeichnet, daß die Bahn nur eine einzige, leichte Eisenschiene, von 12,7 Kilogr. Gew. auf das laufende Meter, besitzt. Die Lokomotive hat 4 Räder, ein Vorder- und ein Hinterrad, welche beide auf der Schiene laufen und als Leiträder dienen, und ein Paar Triebräder, auf jeder Seite eines, welche auf dem Boden laufen. Durch einen einfachen Mechanismus ist es ermöglicht, die Last der Lokomotive nach Belieben auf den beiden Leiträdern oder auf den Triebrädern ruhen zu lassen. Im letzteren Falle wird natürlich die Adhäsion bedeutend vergrößert, und sie soll bei einer Lokomotive von 5 Tonnen Gewicht so groß werden können, wie auf einer gewöhnlichen Eisenbahn bei einer schweren Lokomotive von 40 Tonnen Gewicht. Dadurch soll es auch möglich werden, Züge, die außer der Lokomotive ein Bruttogewicht von 50 Tonnen haben, selbst bei Steigungen von 30 bis 50 Millimeter auf das Meter auf Vicinalstraßen fortzuschleppen. Die angehängten Wagen besitzen ebenfalls vier Räder, ein Vorder- und ein Hinterrad und zwei Seitenräder; es ruht aber die Last bei ihnen auf den beiden erstgenannten Rädern, die auf der Schiene laufen, daher der Reibungswiderstand seinen kleinsten Werth erreicht. Durch die ganze Anordnung soll es außerdem möglich sein, selbst in Curven von 5 Meter Radius zu fahren.

Auch in Lissabon sollen Straßeneisenbahnen mit Dampfbetrieb nach Larmanjat's System angelegt, und mit 20 bis 24 Kilometer Geschwindigkeit in der Stunde in Betrieb gesetzt werden. Die Kosten sind auf 18,700 Thaler für das Kilometer veranschlagt, während das Kilometer Pferdeeisenbahn 35200 Thaler kosten würde.

Den großen Erwartungen gegenüber, die man hier und da von dem Larmanjat'schen Systeme zu hegen scheint, dürfte es wohl am Platze sein, auch auf die von vielen Seiten erhobene Befürchtung hinzuweisen, daß dieses in der Anlage allerdings

sehr billige System, sich durch Unbequemlichkeit im Betriebe und kostspielige Unterhaltung bald als unzweckmäßig erweisen dürfte.

Von Straßenlokomotiven hat die in demselben Jahrgang des Jahrb. erwähnte von Thomson sich in vielen Fällen als recht brauchbar bewährt, und sie ist deshalb auch außerhalb Großbritannien mehrfach in Anwendung gekommen. Eine eigenthümliche Verwendung findet dieselbe neuerdings in Wien. Die Sigl'sche Maschinenfabrik hat die Lieferung von Lokomotiven und Tendern für die Franz-Josefs-Bahn übernommen. Anfangs wurden nun die fertigen Maschinen durch je 15 Paar Pferde nach dem Bahnhofe transportirt, was öfters große Störungen des Verkehrs verursachte. Endlich gestattete der Wiener Magistrat, diese Transporte zur Nachtzeit durch Thomson'sche Straßenlokomotiven besorgen zu lassen, wodurch die Transportkosten von 100 auf 30 Gulden herabgesetzt wurden.

Der Brennmaterialverbrauch einer solchen Lokomotive beträgt je nach der Steigung und der Natur der befahrenen Straße 0,3 bis 0,5 Kilogr. Kohle für das Kilometer Weges und die Tonne Bruttolast; auf jedes Kilogr. Kohle rechnet man 7 Kilogr. Wasserverbrauch. Ein achtpferdige Lokomotive führt 1140 Liter Wasser und 6 Centner Kohle mit sich, was für einen halben Tag genügt. Dieselbe kostet 2700 Thaler.

Eine Straßenlokomotive von Robey von 12 Pferdekraft steht im Kriegsarsenale in Woolwich in Verwendung. Dieselbe hat vorn ein Lenkrad von 1,22 Meter Durchmesser und hinten zwei Triebräder von je 1,83 Meter Durchmesser. Der Kessel ist ein vertikaler Röhrenkessel; zur Vergrößerung der directen Heizfläche ist an der Feuerbüchsdecke noch eine kupferne Blase, ein sogenannter „Topf" angebracht. Die Bewegung geschieht durch eine vertikale Zwillingsmaschine mit Coulissenumsteuerung, welche an der Rückseite des Kessels angebracht ist. Die Räder sind mit Kautschukbandagen versehen, um welche in Zwischenräumen Stahlblech-Lamellen gelegt sind, welche die Bandagen an beiden Seiten übergreifen und durch Gelenke zu einem kettenförmigen, vollkommen beweglichen Stahlblechringe verbunden sind.

Ausgedehnte Versuche mit Straßenlokomotiven verschiedener Construction sind im vorigen Jahre in England bei Gelegenheit der Ausstellung der kgl. Agricultur-Gesellschaft angestellt worden.

Die Resultate sind in den Juliheften der Journale Engineer und Engineering (1871) verzeichnet. Ueber später mit einer Aveling-Porter'schen Straßenlokomotive auf der Straße zwischen Rochester und Chatham angestellte Versuche berichtet das Septemberheft der letztgenannten Zeitschrift.

Die von George W. Fitts angegebene Straßenlokomotive hat zwei Triebräder und hinten ein Leitrad, jene haben 66 Zoll, dieses hat 31 Zoll englisch im Durchmesser. Eigenthümlich ist die Construction der Triebräder. Dieselben sind 10 Zoll dick und bestehen aus je zwei kreisförmigen Seitenplatten, die durch Bolzen zusammengehalten werden. Auf den Bolzen sitzt der Radreifen, welcher noch etwas überragt wird von den Seitenplatten. Der außerhalb des Reifens zwischen den Seitenplatten liegende Raum ist durch eingesetzte dreieckige Stücke in einzelne, nach innen zu sich erweiternde Kammern getheilt, in welche Kautschukblöcke eingesetzt sind, die rings am Umfange hervorragen und eine von Zwischenräumen unterbrochene elastische Fläche bilden. In ähnlicher Weise ist auch das hinten angebrachte Leitrad construirt, doch hat dasselbe nur 6 Zoll Breite. Der Kessel hat 38 Zoll Durchmesser und $6\frac{1}{2}$ Fuß Höhe; die Länge der ganzen Lokomotive beträgt etwa 10 Fuß, die Spurweite 76 Zoll. Obenauf, hinter dem Kessel und der Achse der Triebräder befindet sich auf jeder Seite ein Dampfcylinder, dessen Kolbenstange nach der Vorderseite der Lokomotive geht, wo durch ein Vorgelege die Uebertragung der Bewegung auf die Triebräder erfolgt.

Um die Uebelstände zu vermeiden, welche ein Feuerheerd in einer Straßenlokomotive mit sich bringt, hat Lamm in New-Orleans eine Lokomotive erfunden, welche ohne Feuerung einen Wagen zu ziehen vermag. Der Mechanismus zur Bewegung dieser Lokomotive hat nichts Eigenthümliches. Statt des Kessels aber ist einfach ein Reservoir vorhanden, welches etwa 300 Gallonen Wasser faßt und darüber noch einen Dampfraum hat. Dasselbe besteht aus Stahl und ist sorgfältig eingehüllt mit Materialien, welche die Wärme schlecht leiten. Durch dieses Reservoir läuft in der Nähe des Bodens von einem Ende zum andern eine Röhre, welche mit zahlreichen kleinen Löchern durchbohrt und an der Vorderseite des Reservoirs mit einer Universalkuppelung verbunden ist. Außerdem sind an

dem Reservoir noch die nöthigen Röhren 2c. angebracht, um der Maschine Dampf zuzuführen.

Soll die Lokomotive zur Abfahrt vorbereitet werden, so wird das Reservoir mit einem stationären Dampfkessel in Verbindung gesetzt und zuerst durch und durch erwärmt, worauf eine genügende Menge Wasser von gehöriger Temperatur eingetrieben wird. Wenn das Reservoir genügend geladen ist, so wird das Wasser aus dem Wasserhahn fließen und seine Temperatur etwa 380° Fahrenheit (193⅓° Celsius) betragen, während der Dampfdruck etwa 170 Pfund auf den Quadratzoll beträgt. Die Lokomotive ist dann zur Fahrt bereit, da im Reservoir soviel Kraft angehäuft ist, daß sie mit dem angehängten Wagen eine Strecke von etwa 9 engl. Meilen zurücklegen kann. Vor Beginn der nächsten Fahrt muß natürlich die Ladung erneuert werden. Zu dem Zwecke verbindet man das Reservoir aufs Neue mit einem stationären Kessel und läßt etwa 4 Min. lang Dampf einströmen; dadurch wird die ursprüngliche Temperatur und Dampfspannung wieder hergestellt und das als Dampf fortgegangene Wasser wieder ersetzt.

Proben, die in New-Orleans mit diesem Systeme angestellt worden sind, sollen auch rücksichtlich des Kostenpunktes recht befriedigend ausgefallen sein.

Als Motor für Straßen-Eisenbahnwagen soll sich auch in Nordamerika die Ammoniak-Maschine von Laughland sehr brauchbar erwiesen haben. Als motorische Kraft dient Ammoniakdampf, welcher, wie bei der Dampfmaschine, einem Cylinder mit hin und hergehendem Kolben zugeführt wird; dieser Dampf strömt aber nicht vom Cylinder aus in's Freie, sondern zurück in den Kessel, welcher Ammoniakflüssigkeit in Röhren, von Wasser umgeben, enthält. Durch den zurückströmenden Dampf wird das Wasser erwärmt und dadurch wieder die Ammoniakflüssigkeit verdampft; zur Verdampfung der letzteren trägt an heißen Tagen auch die Wärme der äußeren Luft bei. Ueberhaupt erfordert die Verdampfung des Ammoniaks sehr wenig Wärme; mehr Arbeit macht die Herstellung der Flüssigkeit. Diese wird in der Fabrik in Kessel oder Ballons gefüllt, die man, ähnlich wie Sodawasserballons, an den Ort ihrer Verwendung bringt. Bei mehr als 300 unter Leitung des Generals Beauregard angestellten Versuchen ging der Dampfdruck während der

ganzen Dauer der Fahrt nicht mehr als 10 Pfund unter den ursprünglichen Druck von 120 Pfund auf den Quadratzoll herunter. Ist die Flüssigkeit eines Ballons verbraucht, so wird der Ballon durch einen frisch gefüllten ersetzt und zur Wiedergewinnung des Ammoniaks abdestillirt. Die Kosten sollen sich einschließlich der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals nur auf $2^2/_3$ Thlr. täglich für einen Wagen oder auf $^1/_2$ Groschen für das Kilometer Fahrlänge berechnen.

Die großen Zerstörungen, welche der Wellenschlag von Rad- und Schaufeldampfern an den Ufern von Flüssen und Canälen anrichtet, sind in Nordamerika Anlaß gewesen, daß man angelegentlichst sich mit der Construction von Canalbooten beschäftigt hat, die von diesem Uebelstande frei sind, und von Seiten der Regierung des Staates New-York ist eine namhafte Prämie auf die Erfindung eines solchen Bootes gesetzt worden. Es sind denn auch verschiedene Vorschläge gemacht und auch zum Theil praktisch geprüft worden, ohne daß aber bis jetzt einer dieser Vorschläge sich als allen Ansprüchen genügend erwiesen hätte.

Beachtung scheinen namentlich die Vorschläge zu verdienen, welche den Motor — Schaufelrad oder Schraube — an den Bug des Schiffes setzen, statt daß man gewöhnlich zwei Schaufelräder an den Seiten oder auch ein Schaufelrad oder eine Schraube am Stern des Schiffes hat.

Nach dem Vorschlage von Goodwin (Scient. American 1872, April 13) wird am Bug des Schiffes, das eine flache Form hat, eine hohle, außen mit Schaufeln besetzte Trommel angebracht, deren Achse durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Die Schaufeln sind von den Enden nach der Mitte hin geneigt, von der Form eines umgekehrten, sehr stumpfwinkligen V. Das von den Schaufeln in Bewegung gesetzte Wasser wird unter das Schiff getrieben und kommt am Hintertheile wieder herauf, wirkt dort auf die Unterseite des Schiffes wie auf eine schiefe Ebene und hilft dadurch mit zur Fortbewegung des Fahrzeuges.

L. Heins dagegen (Sc. Am. 1872, May 11) der am Bug ein Schaufelrad oder eine Schraube anbringen will, legt zur Abführung des Wassers eine Röhre oder einen Canal der Länge nach durch das Schiff und will auf diese Weise den seitlichen Wellenschlag vermeiden.

Einen ebensolchen Canal hat auch Frank M. Mahan bei einem auf dem Eriecanal bereits erprobten Boote angebracht (Sc. Am. 1872, July 13); derselbe erweitert sich aber am Hintertheile des Schiffes zu einem Radkasten, der das Schaufelrad aufnimmt.

Drahtseilbahnen.

Zur Ergänzung dessen, was im vorigen Jahrgange über die Drahtseilbahnen von Hodgson erwähnt worden, mag hier noch nachgetragen werden, daß diese Bahnen als eine äußerst zweckmäßige Einrichtung für landwirthschaftliche Nebengewerbe, zur Torfgewinnung, zur Herbeischaffung von Material für die Ziegelfabrikation u. s. w., immer mehr Anklang finden. Seit einiger Zeit ist eine solche Bahn im Mannsfeldischen, in der unmittelbaren Nähe von Eisleben im Betrieb, welche zum Transporte des Kupferschiefers aus dem Martinsschachte nach der Krughütte dient. Die gesammte Länge der Seilbeförderung beträgt 1880 Met., und es wird das Seil durch 26 Lagerungen getragen, die wegen des vielfach coupirten Terrains — auch eine Wasserscheide ist zu passiren — in sehr verschiedenen Abständen von einander und in verschiedenen Höhen angebracht sind. Der größte Abstand ist 113 Meter, die größte Höhe überm Boden 15,7 Meter und das Maximum der Steigung 1 : 15. Die tägliche Leistung kann bis 1500 Centner gesteigert werden, es würden dann 90 Kübel in Gang sein. Zum Betriebe dient eine transportable Dampfmaschine von Marshall, Sons & Comp. in Gainsborough von nominell 10 Pferdestärken mit einem Kessel nach dem Systeme von Lachapelle & Glover.

Eine Vereinfachung der Hodgson'schen ist die Drahtseilbahn nach dem Principe von Provins, bei welcher keine Dampfmaschine nöthig ist. Das Seil ist hier fest und gegen den Horizont geneigt; die Last wird in Körben, die an Rollen angehängt sind, aufgegeben und geht vermöge ihrer Schwere bergab. Ein zweites entgegengesetzt geneigtes Drahtseil dient zur Zurückbeförderung der leeren Förderkörbe. Eine solche Bahn von 150 Ruthen Länge, über einen Fluß und zwei Wege führend, ist z. B. auf der großen Zuckerfabriksökonomie von Julius Robert in Seelowitz (Mähren) angelegt worden.

Noch eine andere Seilbahn ist von Hermann Müller, Ingenieur in der Sigl'schen Maschinenfabrik in Wien projectirt worden. Müller bezeichnet seine Bahn als Seiltraject, weil sie geeignet ist, bei jeder Schienenbahn, welche durch Abgründe, Thäler, Gewässer und dergl. unterbrochen ist, eine Verbindung herzustellen, da jeder auf den Schienen laufende Wagen durch besondere Klauen auch befähigt ist, auf der Seilbahn diese Hindernisse zu überschreiten und dann auf den Schienen weiter zu laufen; natürlich kann aber eine solche Bahn auch selbstständig für sich bestehen.

In allen Fällen geschieht der Transport auf zwei parallel laufenden Seilen ohne Ende, welche an den Endpunkten des Trajectes über große Rollen laufen und in verschiedenen Entfernungen, je nach Beschaffenheit des Terrains, durch kleinere Rollen getragen und geführt werden. Der Antrieb des Trajectes erfolgt auf einer Seite, oder bei gekuppelten Trajecten in der Mitte, indem durch einen passenden Motor die großen Rollen gedreht werden; die Seile übertragen dann die Bewegung auf die übrigen Rollen. An dem Ende, wo der Antrieb nicht stattfindet, sind die großen Endrollen jede für sich gelagert und mit einer Spannvorrichtung versehen, um jederzeit eine gleichmäßige Durchbiegung beider Seile herstellen zu können.

Jede Last, welche auf dem Traject transportirt wird, muß durch vier Klauen auf dem Seile aufliegen, damit sie nicht schwankt und damit beim Passiren der Führungsrollen, während zwei Klauen die Seile loslassen, die beiden andern die Last vermöge der Reibung auf den Seilen festhalten. Rollen und Klauen sind mit Holz gefüttert, damit die Drahtseile nirgends mit Eisen in Berührung kommen und sich weniger abnutzen.

Müller hat drei wesentlich verschiedene Constructionen seines Seiltrajectes angegeben.

a. Traject für Schienenwagen mit auslösbaren Klauen, durch vertikale Rollen angetrieben, auf die Fälle berechnet, wo neben den großen Seilrollen kein Platz für einen Schienenstrang übrig bleibt. Ein Paar mit Schienen belegte Rampen dienen dazu, die Wagen von den unteren Seilen auf die oberen zu bringen und umgekehrt, und zwar läßt man die geladenen Wagen unten, die leeren oben laufen. Der Abstand der Schienen von den Seilen ist an den

Auf- und Abfahrtspunkten so eingerichtet, daß sich die ausgespannten Klauen von selbst auf die Seile legen und von ihnen mitgenommen werden. Da sowohl die oben, als die unten laufenden Wagen zwischen den großen Rollen durchgehen, so müssen die vier Klauen eines Fahrzeuges auslösbar sein, und zwar selbstthätig in dem Augenblicke, wo der Wagen vor den großen Rollen von den untern Seilen auf die Schienen abläuft.

b. Traject für Schienenwagen mit unbeweglichen Klauen, von vertikalen Rollen angetrieben. Hier gehen die Wagen, wenn sie an den Endpunkten des Trajectes die Seile verlassen und auf Schienen weiter gehen, nicht zwischen den großen Rollen weiter, sondern seitwärts von denselben, wodurch der ganze Mechanismus zur Auslösung der Klauen wegfällt.

c. Traject für Schienenwagen mit unbeweglichen Klauen, von horizontalen Rollen angetrieben. Da größere Wagen (von mehr als 5 Centner Gewicht in leerem Zustande) nur schwer die Rampe hinaufzuschieben sein würden, so laufen bei dieser Anordnung die leeren wie die beladenen Wagen nur auf horizontalen Schienen. Die großen Seilrollen sind nämlich in fast horizontaler, etwas schräger Lage unter dem Gerüste aufgestellt, welches die Schienenstränge und die ersten Führungsrollen der Seile trägt; dabei ist die Stellung derselben so angeordnet, daß die nach einer Richtung parallel neben einander laufenden Seile und die entgegenkommenden nicht wie bei den zwei vorigen Constructionen übereinander, sondern in gleicher Höhe nebeneinander geführt sind. Es ist bei dieser Anordnung nicht nöthig, daß die beiden Endstationen gleich hoch liegen, sondern man kann den Seilen auf der Strecke vermittels der Gerüste für die Tragrollen eine beliebige Steigung geben, die nur nicht so weit gehen darf, daß die vier Klauen des Wagens wegen unzureichender Reibung von den Seilen nicht mehr mitgenommen werden. Bei gut gefirnißten Seilen soll sich eine Neigung von 1 : 6 noch ohne Anstand überwinden lassen.

Weitere Angaben nebst Abbildungen giebt nach einer vom Erfinder veröffentlichten Brochüre der „Practische Maschinen-Constructeur", 1872 No. 17 (der ganzen Reihe No. 113).

Der Nausismograph.

Unter den auf der „Maritimen Ausstellung“ in Neapel befindlichen Gegenständen hat vielleicht keiner mehr Aufsehen erregt, als der vom ersten Maschinisten der königl. italienischen Marine, Esposito, erfundene Nausismograph, ein selbstregistrirendes Instrument, welches bestimmt ist, die Bordtagebücher zu controlliren und in vielen Fällen zu ersetzen.

Der Apparat besteht aus zwei getrennten Theilen. Der erste Theil, welcher das Schlingern und Stampfen des Schiffes (das Schwanken um die Längenachse und das Schwanken in der Richtung von vorn nach hinten), die relative Kraft der Maschine während des Ganges und die Geschwindigkeit des Schiffes angiebt, besteht aus einer vertikalen Welle, welche von der Schiffsschraube aus in Gang gesetzt wird. Mit dieser Welle ist ein Centrifugalregulator verbunden, an dem ein Paar Zeichenstifte angebracht sind, welche auf einen sich abwickelnden Papierstreifen Linien verzeichnen, deren Auf- oder Absteigen der Vermehrung oder Verminderung der Geschwindigkeit der Maschine entspricht. Der eine dieser Stifte dient für die Bewegung vorwärts, der andere für die Bewegung rückwärts.

Ferner sind zwei Pendel mit Zeichenstiften versehen, von denen das eine in der Ebene des Kieles, das andere in einer dazu senkrechten Ebene schwingt. Aus den Aufzeichnungen des ersten läßt sich das Stampfen, aus denen des andern das Schlingern oder Rollen erkennen.

Um die Geschwindigkeit des Fahrzeuges aufzuzeichnen, wird ein eigenthümlich geformtes Log ins Meer geworfen, an dessen drei Ecken Seile angebracht sind, die sich zu einem einzigen vereinigen, das auf eine Feder wirkt, deren Spannung graphisch dargestellt wird.

Ein zweiter Theil des Apparates giebt die Richtung des Fahrzeuges an. Allemal nach je 100 Touren der Maschine wird von einer am Nordende der Magnetnadel angebrachten Spitze ein Loch in einen in der Längenrichtung des Fahrzeuges sich gleichmäßig abwickelnden Papierstreifen gemacht. Die Mittellinie dieses Streifens ist durch eine Reihe gleichweit von einander abstehender Löcher bezeichnet, welche der jeweiligen Lage des Compaßmittelpunktes entsprechen. Es ist nun klar, daß

man die Richtung des Schiffes nachträglich aus der vom Apparate aufgezeichneten Curve leicht finden kann, wenn man ein Loch der Curve mit dem entsprechenden Loche der Mittellinie verbindet und die Abweichung dieser Linie von der Mittellinie mißt.

Esposito hat auch einen Nausismograph für Segelschiffe construirt, der auf denselben Principien beruht, aber in Ermanglung der Maschinenkraft von einem besondern Uhrwerk in Bewegung gesetzt wird.

Die beiden Theile des Apparates können in beliebiger Stellung zu einander aufgestellt werden; das Ganze aber muß in der Mittellinie des Schiffes und so, daß die Maschine darauf wirken kann, aufgestellt werden.

Das nähere Detail der Einrichtung des Apparates ist, wie es scheint im Interesse des Erfinders, zur Zeit noch nicht veröffentlicht worden. Aeußere Ansichten des Apparates und einige Copien von Registrirungen sind in der Rivista marittima vom Jahre 1871 mitgetheilt worden und aus ihr in das Maiheft 1872 der Revue maritime et coloniale übergegangen.

Schneiden und Poliren mittels eines Sandstrahles.

B. E. Tilghman in Philadelphia hat die Bemerkung gemacht, daß man einen Strahl von Quarzsand zum Schneiden oder Durchbohren und Poliren von harten Körpern benutzen kann, und eine Reihe von Anwendungen angegeben, die man von einem solchen Sandstrahl machen kann.

Als Träger des Sandes wird entweder gepreßte Luft oder Wasserdampf angewendet.

Um Glas matt zu schleifen, bedient er sich eines gewöhnlichen Centrifugalventilators, welcher einen Luftstrom von ungefähr 4 Zoll Wasserdruck liefert, der durch eine einen Zoll weite Oeffnung austritt. Der Sand wird von oben herab in das Rohr geschüttet, durch dessen untere Oeffnung der Luftstrom austritt, und wird auf diese Weise gegen die Glasscheiben getrieben, die man in einer Entfernung von einem Zoll etwa von der Austrittsöffnung des Luftstromes langsam vorbeiführt. Bei gewöhnlichem Glase genügen 10 bis 15 Secunden zum Mattschleifen, so daß die zu bearbeitende Glastafel mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 Fuß pro Minute

vor der Ausströmungsöffnung vorbeigeführt werden kann. Indem man einzelne Theile des Glases mit Papier, Kautschuk, Oelfarbe oder dergl. bedeckt, kann man leicht beliebige Muster auf mattem Grunde herstellen. Von Ueberfangglas, welches über einer farblosen eine gefärbte Glasschicht enthält, läßt sich die letztere je nach ihrer Stärke in Zeit von 4 bis 20 Minuten entfernen, und man kann auf diese Weise farbige Muster herstellen.

Bei Anwendung eines Luftstrahles von geringerem Drucke, etwa von einem Zoll, leisten auch feine Gegenstände mit weicher, elastischer Oberfläche, z. B. Farrenwedel, dem Sandstrahle so lange Widerstand, daß ihre Umrisse sich von dem matten Untergrunde des Glases abheben.

Zum Schneiden von Steinen benutzt der Erfinder Dampf als Träger des Sandes; letzterer wirkt um so energischer, je höher der angewandte Dampfdruck ist. Bei hohem Drucke vermögen auch die Substanzen, die weit härter sind als Quarz, den Wirkungen des Sandstrahles nicht zu widerstehen. So wurde z. B. mit Dampf von 300 Pfund Pressung pro Quadratzoll in 25 Minuten ein Loch von 1 1/2 Zoll Durchmesser in ein 1 1/2 Zoll dickes Stück Korund getrieben, welcher Körper bekanntlich an Härte dem Diamant wenig nachsteht.

Im Franklin-Institute in Philadelphia wurde von Dr. Wahl als merkwürdiges Beispiel der Leistungsfähigkeit des Verfahrens auch ein Sieb aus gewöhnlichem Glase mit Oeffnungen von nur 1/12 Zoll Weite und 1/16 Zoll Abstand vorgezeigt, das erhalten worden war, indem man eine mit einem Drahtgeflecht bedeckte Glastafel dem Sandstrahle aussetzte.

IV.

Chemie und chemische Technologie.

Die Elemente und einige einfache Verbindungen derselben.

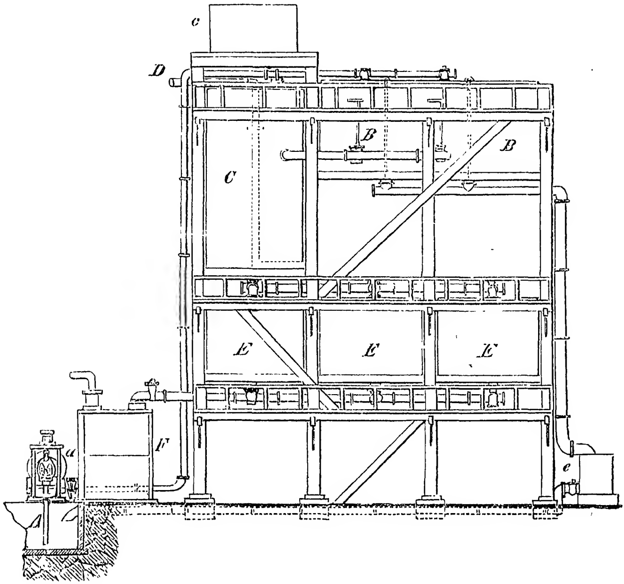
Chlor.

Chlorfabrikation. Die Darstellung des Chlorgases im Großen ist in den letzt verfloßenen Jahren wiederholt Gegenstand eingehender Prüfung seitens verschiedener Chemiker gewesen und unsere Mittheilungen im Jahrg. IV S. 294 und Jahrg. VI S. 196 über die Weldon'sche Methode der Chlorbereitung mittels einer continuirlich regenerirten Manganverbindung haben bewiesen, daß die Bemühungen, Verbesserungen in der Chlorfabrikation einzuführen, nicht ohne Erfolge geblieben sind. Inzwischen hat diese Methode bereits vielfach praktische Anwendung gefunden und den Erwartungen vollständig entsprochen; die zweckmäßigste Art der Ausführung derselben, sowie die dazu erforderlichen Apparate sind (z. B. in Dingl. Journ.) genauer beschrieben worden, so daß es möglich ist unsere früheren Notizen hierüber zu vervollständigen:

Der von Weldon zur Ausführung seines Verfahrens construirte Apparat besteht aus einem Systeme von Gefäßen, die in fünf hintereinander liegenden Reihen terassenförmig aufgestellt sind, so daß die zu verarbeitende Flüßigkeit nach

dem Hinaufpumpen in das höchste derselben, in alle übrigen Gefäße von selbst hinabfließen kann. Das unterste dieser Gefäße ist eine mit einem mechanischen Rührer versehene Cisterne A (Fig. 31).

Fig. 31.



Die schwach saure Manganchlorürlösung, mit welcher der Prozeß begonnen wird (vgl. Jahrg. VI S. 196), tritt aus der Chlorblase F in welcher sie gewonnen wird, in diese Cisterne und wird in derselben mit fein vertheiltem kohlensaurem Kalk (geschlämmter Kreide) unter kräftigem Umrühren bis zur erfolgten Neutralisation versetzt, wobei gleichzeitig das im Anfange vorhandene Eisenchlorid und Chloraluminium vollständig unter Ausscheidung von Eisenoxyd- und Thonerdehydrat zersetzt werden. Hierauf pumpt man die neutralisirte Flüßigkeit mittels der Pumpe a in die sogenannten Klärbehälter BB, welche ziemlich den höchsten Theil des Apparates bilden, wobei

sich die darin suspendirten Flocken von ausgeschiedener Thonerde und Eisenoxyd nebst überschüßigem kohlensaurem Kalk rasch zu Boden setzen und eine ganz klare, helle, rosenroth gefärbte Flüßigkeit bleibt, welche eine Lösung von reinem Manganchlorür, Chlorcalcium und etwas schwefelsaurem Kalk ist. Diese Lösung wird nun aus den Behältern B in ein unter denselben angebrachtes Gefäß C, den „Oxydirer" abgezogen. Der Oxydirer ist am besten ein eiserner Cylinder von etwa 12 Fuß Durchmesser und 22 Fuß Höhe; in denselben geht bis auf den Boden hinab das Rohr D, welches einen von einem Gebläse gelieferten Luftstrom in die Flüßigkeit führt; durch ein zweites Rohr kann man nöthigen Falls auch Wasserdampf zuleiten, um die Manganchlorürlösung auf 50 bis 70 oder 76° C. zu erwärmen, wenn dieselbe nicht mehr warm genug sein sollte. Unmittelbar über dem Oxydirer steht das mit Kalkmilch gefüllte Reservoir c. Nachdem der Oxydirer mit klarer Manganchlorürlösung beschickt und diese bis zur geeigneten Temperatur erhitzt worden, sofern sie nicht heiß genug war, wird das Gebläse angelassen; man läßt sodann möglichst rasch Kalkmilch in den Oxydirer so lange zufließen, bis eine Probe des Gemisches, welche mittels eines nahe am Boden desselben angebrachten Hahns genommen wurde, nach dem Filtriren mit einer Chlorkalklösung nicht mehr auf Mangan reagirt. Dann wird noch eine gewiße Menge Kalkmilch weiter zugefügt und das Einblasen von Luft fortgesetzt, bis die Oxydirung aufhört. Gewöhnlich ist dieser Punkt erreicht, wenn ungefähr 80 bis 85 Procent des vorhandenen Mangans zu Superoxyd umgewandelt worden sind. Der Inhalt des Oxydirers bildet jetzt einen dünnen, schwarzen Schlamm und besteht aus einer Chlorcalciumlösung, welche per Kubikfuß etwa 2 Pfund Mangansuperoxyd, verbunden mit wechselnden Mengen von Manganoxydul und Kalk suspendirt enthält. Dieser dünne Schlamm wird nun aus dem Oxydirer in einen der unter ihm stehenden Behälter E, den sogenannten Schlammklärer abgelassen und bleibt in diesem ruhig stehen, bis ungefähr die Hälfte seines Volumens klar geworden ist. Die klar gewordene Flüssigkeit, welche nichts als eine Chlorcalciumlösung ist, wird decantirt und der jetzt per Kubikfuß ungefähr 4 Pfd. Mangansuperoxyd enthaltende Rückstand unmittelbar zur Chlorgasbereitung in den Entwicklungs-

apparat, die sogenannte Chlorblase F abgeleitet. In der Chlorblase wird er mit Salzsäure übergossen, wodurch Chlorgas frei wird und genau dieselbe Manganlösung zurückbleibt, wie die, womit der Prozeß angefangen wurde. Mit dieser Lösung beginnt man einen neuen Cyclus von Operationen, welche fortwährend fortgesetzt werden können. Zu bemerken ist nur noch, daß der Absatz oder Schlamm von Thonerde, Eisenoxyd und überschüßigem Kalk, welcher sich in den Klärbehältern BB bildet, aus diesen in den Bottich e abgelassen und in diesem ausgewaschen wird, um die noch darin vorhandene Manganchlorürlösung zu gewinnen. Da ein Theil des Chlors der Salzsäure, welche in der Chlorblase zur Zersetzung des Kalk haltigen, regenerirten Mangansuperoxydes nöthig ist, dadurch, daß aus dem Kalk Chlorcalcium entsteht, verloren geht, so hat Weldon empfohlen, statt des Kalks, Magnesia anzuwenden, welche ganz wie Kalk wirkt, nur entsteht dann Chlormagnesium, statt Chlorcalcium. Man hat nun nur nöthig, das hierbei entstandene Chlormagnesium so zu erhitzen, daß es sich wieder zu Salzsäure und Magnesia zersetzt; aus der Salzsäure kann man Chlor bereiten und die Magnesia selbst kann man immer wieder von Neuem benutzen, so daß in Wirklichkeit keine wesentlichen Mengen von unbrauchbaren Nebenprodukten entstehen.

Außer der Weldon'schen Methode der Chlorbereitung hat auch der bereits im vorjährigen Jahrbuche (s. Jahrg. VII S. 299) beschriebene Deacon'sche Prozeß der Chlorfabrikation die Aufmerksamkeit der Sachverständigen auf sich gezogen. Manche glauben sogar, daß die Weldon'sche Methode durch diejenige von Deacon verdrängt werde, obschon bei letzterer Methode nur ein durch Stickstoffgas (der Luft) sehr verdünntes Chlorgas gewonnen werden kann. In Folge des letzt erwähnten Umstandes sind sehr voluminöse Apparate erforderlich, um ein größeres Quantum von Chlorgas produciren zu können; dagegen soll sich das verdünnte Chlorgas ganz gut zur Fabrikation von Chlorkalk und chlorsaurem Kali eignen.

Salzsäure. J. Kolb hat das Verhältniß des specifischen Gewichtes einer Salzsäure zu dem Gehalte derselben an Chlorwasserstoff einer genauen Prüfung unterworfen und gestützt auf die von ihm erhaltenen Resultate die nachstehende, hierauf bezügliche Tabelle für den technischen Gebrauch entworfen.

Da man im Handel bald die Säure von 20° Baumé, bald diejenige von 21° B. oder diejenige von 22° B. als Typus annimmt, so hat Kolb diese drei Säuren in die Tabelle aufgenommen und alle Angaben auf die Temperatur von 15°C. bezogen.

Tabelle zu technischem Gebrauche.

Aräometergrad nach Baumé	Spec. Gew.	100 Thl. Säure enthalten Chlorwasserstoff bei 0°.	100 Thl. Säure enthalten bei 15°C an:			
			Chlorwasserstoff	Säure v. 20° Baumé	Säure v. 21° Baumé	Säure v. 22° Baumé
0	1,000	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3
1	1,007	1,4	1,5	4,7	4,4	4,2
2	1,014	2,7	2,9	9,0	8,6	8,1
3	1,022	4,2	4,5	14,1	13,3	12,6
4	1,029	5,5	5,8	18,1	17,1	16,2
5	1,036	6,9	7,3	22,8	21,5	20,4
6	1,044	8,4	8,9	27,8	26,2	24,9
7	1,052	9,9	10,4	32,6	30,7	29,1
8	1,060	11,4	12,0	37,6	35,4	33,6
9	1,067	12,7	13,4	41,9	39,5	37,5
10	1,075	14,2	15,0	46,9	44,2	42,0
11	1,083	15,7	16,5	51,6	48,7	46,2
12	1,091	17,2	18,1	56,7	53,4	50,7
13	1,100	18,9	19,9	62,3	58,7	55,7
14	1,108	20,4	21,5	67,3	63,4	60,2
15	1,116	21,9	23,1	72,3	68,1	64,7
16	1,125	23,6	24,8	77,6	73,2	69,4
17	1,134	25,2	26,6	83,3	78,5	74,5
18	1,143	27,0	28,4	88,9	83,8	79,5
19	1,152	28,7	30,2	94,5	89,0	84,6
19,5	1,157	29,7	31,2	97,7	92,0	87,4
20	1,161	30,4	32,0	100,0	94,4	89,6
20,5	1,166	31,4	33,0	103,3	97,3	92,4
21	1,171	32,3	33,9	106,1	100,0	94,9
21,5	1,175	33,0	34,7	108,6	102,4	97,2
22	1,180	34,1	35,7	111,7	105,3	100,0
22,5	1,185	35,1	36,8	115,2	108,6	103,0
23	1,190	36,1	37,9	118,6	111,8	106,1
23,5	1,195	37,1	39,0	122,0	115,0	109,2
24	1,199	38,0	39,8	124,6	117,4	111,4
24,5	1,205	39,1	41,2	130,0	121,5	115,4
25	1,210	40,2	42,4	132,7	125,0	109,0
25,2	1,212	41,7	42,9	134,3	126,6	120,1

Kolb macht noch besonders darauf aufmerksam, daß es sehr wichtig ist, bei der Ermittelung der Aräometergrade die Temperatur zu berücksichtigen. Eine käufliche Salzsäure z. B. welche 22° B. zeigt, wird entweder 35,7 oder nur 34,1 Prozent Chlorwasserstoffgas enthalten, je nachdem man sie bei 0° oder bei 15° gemessen hat.

Chlorsaures Kalium, Chlorsaures Kali. Zur Darstellung dieses wichtigen Salzes in großem Maßstabe empfiehlt W. Hunt in Normanton, verdünntes Chlorgas in einem Schachte, in welchem über eigens hierfür aufgethürmte Ziegel, Kalkmilch oder eine Mischung von Kalkmich und Chlorkaliumlösung herabtröpfelt, emporsteigen zu lassen. Nimmt man nur Kalkmilch, so entsteht chlorsaurer Kalk, der nachher durch Kochen mit Chlorkalium in chlorsaures Kali übergeführt wird; hat man dagegen eine Mischung von Kalkmilch mit Chlorkaliumlösung angewendet, so entsteht unmittelbar chlorsaures Kali, welches herauskrystallisirt und leicht gesammelt werden kann.

Schwefel.

Schweflige Säure = SO_2. Die schweflige Säure, deren Wichtigkeit für die Schwefelsäurefabrikation, sowie zum Bleichen von Wolle, Seide, Stroh etc. bekannt ist, hat auch zu manchen anderen chemisch-technischen Operationen Anwendung gefunden und wird jetzt häufig in wäßriger Lösung, als sogenannte wäßrige schweflige Säure in den Handel gebracht. Die wäßrige schweflige Säure wird ganz einfach durch Sättigen von destillirtem Wasser mit schwefligsaurem Gase, welches man in das Wasser hineinleitet oder sonst mit dem Wasser in Berührung bringt, bereitet und die schweflige Säure entwickelt man gewöhnlich nach der längst bekannten Methode durch Erhitzen von Holzkohle mit Schwefelsäure, wobei mit dem schwefligsauren Gase zugleich Kohlensäuregas entsteht, welches jedoch nicht störend wirkt. Nach Scott muß man jedoch darauf achten, daß man die Kohle weder mit zu concentrirter noch mit zu verdünnter Schwefelsäure behandelt, indem sich in ersteren Falle viel Schwefel ausscheidet und für die Operation verloren geht, während in letzterem Falle, Schwefelwasserstoffgas entstehen soll. Am günstigsten verhält sich nach

Scott eine Schwefelsäure von 1,825 spec. Gew., immerhin ist es aber nothwendig die aus der erhitzten Mischung von Holzkohle und Schwefelsäure entweichende schweflige Säure, bevor man sie in das damit zu sättigende Wasser treten läßt, vorher durch ein Waschgefäß zu leiten, in welchem sich in Wasser vertheiltes schwefligsaures Bleioxyd oder trockene grob gepulverte Holzkohle befindet. 1 Volumen Wasser absorbirt bei 0° circa 80 Volumen, bei 10° nur 50 Volumen schwefligsaures Gas und die hierbei entstehende wäßrige schweflige Säure erscheint dann als farblose, sauer reagirende Flüßigkeit, die den erstickenden Geruch des schwefligsauren Gases besitzt und in gut angefüllten Flaschen an kühlen Orten vor dem Lichte geschützt aufbewahrt werden muß. Besser eignet sich zur Absorption des schwefligsauren Gases der Alkohol, der sein 300faches Volumen davon absorbirt. Nach Scott besitzt die wäßrige schweflige Säure je nach ihrem Gehalte nachstehende spec. Gewichte:

Procentgehalt an schwefliger Säure	Spec. Gewicht	Procentgehalt an schwefliger Säure	Spec. Gewicht
0,5	1,0028	5,5	1,0302
1,0	1,0056	6,0	1,0328
1,5	1,0085	6,5	1,0353
2,0	1,0113	7,0	1,0377
2,5	1,0141	7,5	1,0401
3,0	1,0168	8,0	1,0426
3,5	1,0194	8,5	1,0450
4,0	1,0221	9,0	1,0474
4,5	1,0248	9,5	1,0497
5,0	1,0275	10,0	1,0520

Nach H. Hirzel ist die wäßrige schweflige Säure ein ganz vorzügliches Mittel um Wanzen und deren Brut, sowie viele andere schädliche und lästige Insekten zu vertilgen; es genügt die Säure auf die Stellen oder in die Ritzen und Spalten, an oder in welchen sich diese Thiere aufhalten, zu tröpfeln und dies einige Zeit hindurch öfters zu wiederholen. Die weingeistige Lösung der schwefligen Säure ist als Desinfectionsmittel empfohlen worden; mit einigen Tropfen davon soll man eine ganze Kiste voll Kleidungsstücke desinficiren können.

Schwefelsäure. Schon im vorigen Jahrg. (s. Jahrg. VII S. 311) theilten wir mit, daß J. Stoddard empfohlen habe, die Schwefelsäure direct in den Bleipfannen dadurch zu concentriren, daß man einen Strom von atmosphärischer Luft durch die erhitzte Säure leite; wir erwähnten auch der von F. Bode gegen den praktischen Werth dieses Verfahrens erhobenen Bedenken, welche jedoch von Bode hauptsächlich nur veröffentlicht worden waren, um Stoddard zu detaillirteren Mittheilungen über sein Verfahren zu veranlassen. Von Stoddard selbst ist uns jedoch bis jetzt eine ausführliche Beschreibung oder Widerlegung der erhobenen Bedenken nicht zu Gesicht gekommen; dagegen theilt John Galletly mit, daß er bereits vor zwei Jahren in einer Fabrik des Herrn Young zu Bathgate ganz unabhängig von Stoddard einige hierauf bezügliche Versuche angestellt habe, um Schwefelsäure in Bleigefäßen mittels eines Luftstromes zu concentriren und daß es ihm gelungen sei, aus Schwefelsäure von 1,745 spec. Gew., in einem kleinen Versuchsapparate 5 Gallons Säure von 1,830 spec. Gew. zu bereiten, wobei er die Temperatur der Säure auf 205°C. erhalten und 16¼ Cubikfuß Luft durch die Flüßigkeit gepreßt habe; der Verlust an Säure habe 11,19 Prozent betragen, während er beim Concentriren in den gewöhnlichen Glasgefäßen gegen 8,8 Prozent ausmache. Diese verloren gehende Säure lasse sich aber dadurch wieder gewinnen, daß die säurehaltige Luft in die Bleikammer oder in einen Condensator geleitet werde. Galletly bemerkt, daß dabei die Einwirkung auf das Blei der Bleipfanne nicht stärker als gewöhnlich gewesen sei. Er hält daher dieses Verfahren für bemerkenswerth und vortheilhaft. Jedenfalls können aber nur in größerem Maßstabe ausgeführte wiederholte Versuche über die Brauchbarkeit eines Luftstromes zum Concentriren der Schwefelsäure entscheiden.

Schwefelwasserstoff = H_2S. H. Kolbe macht darauf aufmerksam, daß wenn man bei der Entwicklung von Wasserstoffgas aus Zink und Schwefelsäure, zu concentrirte Schwefelsäure anwendet, sich mit dem Wasserstoffgase beträchtliche Mengen von Schwefelwasserstoffgas entwickeln, wodurch das Wasserstoffgas eine sehr nachtheilige Verunreinigung erhält. Es ist daher durchaus nöthig bei der Wasserstoffgasbereitung stets nur ver-

dünnte Schwefelsäure (z. B. eine Mischung von 1 Thl. der Säure mit 12 Thln. Wasser) zu benutzen.

Ob die von J. Galletly empfohlene Methode, Schwefelwasserstoffgas auf die Weise darzustellen, daß man ein Gemisch von Paraffin oder Paraffinöl mit der gleichen oder einer größeren Gewichtsmenge von Schwefel, etwas über den Schmelzpunkt des Schwefels erhitzt, möchten wir bei der Bequemlichkeit mit welcher sich dieses Gas bei gewöhnlicher Temperatur aus Schwefeleisen bereiten läßt, bezweifeln.

Antimon.

Zur Abscheidung des metallischen Antimons aus seinen Erzen, hat R. F. Smith in Glasgow empfohlen die fein gepulverten Antimonerze (meistens Schwefelantimon) in hölzernen Trögen in heiße Salzsäure einzutragen, die hierbei entstehende Chlorantimonlösung abzuziehen und in dieselbe Zink oder Eisen einzulegen, wodurch das Antimon als schwarzes Pulver gefällt wird. Der entstandene Antimonniederschlag wird sodann gesammelt, gewaschen, getrocknet und in Tiegeln unter einer Kohlenstaubdecke zusammengeschmolzen. Jedenfalls müßte aber bei Ausführung dieser Methode im Großen, das beim Auflösen der Antimonerze in Salzsäure massenhaft entweichende Schwefelwasserstoffgas unschädlich gemacht werden; auch wird man auf diese Weise vermuthlich nur ein ziemlich unreines metallisches Antimon gewinnen.

Unter dem Namen „Antimonblau" hat man ein Antimonpräparat als Malerfarbe empfohlen, welches leicht dargestellt werden kann, indem man metallisches Antimon in Königswasser auflöst, die Lösung durch granulirtes Glas filtrit und zu derselben so lange eine Auflösung von Blutlaugensalz setzt, als noch ein Niederschlag entsteht; der entstandene Niederschlag wird gesammelt, mit Wasser ausgesüßt und getrocknet. Nach dem Trocknen erscheint er als prächtig blaues Pulver, welches vom Ultramarinblau kaum zu unterscheiden ist und liefert dem Blumenfabrikanten ein Kornblumenblau, wie es bis jetzt noch nicht da war. Mit Chromgelb oder Zinkgelb vermischt, giebt es eine dem Schweinfurtergrün kaum nachstehende lebhaft grüne Farbe, die viel weniger giftig ist, als alle arsen=

haltigen grünen Farben. Das Antimonblau läßt sich leicht mit Oelfirniß, Gummi, Leim und Stärke behandeln, ist dagegen auf Kalk nicht anwendbar.

Gold.

Dr. R. Baur lenkt die Aufmerksamkeit auf sehr bedeutende Gold- und Silbererz- Lagerstätten in Kleinasien, welche nur in einem Lande wie der Türkei so lange unbeachtet bleiben konnten und dies bleiben, wenn nicht von auswärts tüchtige Kräfte sich vereinigen, um jene Schätze zu heben.

Die Ausbeute an Gold in Rußland (vgl. auch Jahrg. III S. 327) betrug im Jahre 1868 im Ganzen 28034,3 Kilo, welche auf 993 Gold-Seifenwerken mit 56261 Arbeitern aus 14365 Millionen Kilo Sandes durch Auswaschen gewonnen worden sind. Die zahlreichsten und ergiebigsten Wäschereien befinden sich in Ostsibirien. Auf den von der Regierung betriebenen Wäschereien in der Umgebung von Miask im Bezirke Slatoust beträgt die Dicke des über dem goldführenden Sande befindlichen Schuttlandes gewöhnlich bis 15 Fuß, die Stärke der goldführenden Schicht $1/6$ bis $1/5$ des Schuttlandes. Der den Handwäschereien durch einspännige Pferdefuhrwerke zugeführte Schuttsand kömmt zunächst auf Reibgatter unter Wasserzufluß; die feinen Theile des Sandes gehen mit dem Wasser durch die $3/4$ Zoll weiten Oeffnungen des Gatters auf darunter liegende Waschheerde mit Querleisten, hinter welchen hauptsächlich die Goldtheilchen liegen bleiben. Alle 6, oder bei ärmerem Sande alle 12 Stunden wird die concentrirte Masse auf demselben Heerde bei weggenommenen Querleisten und Wasserzufluß unter Zuhülfenahme von kleinen Kisten, Bürsten und der bloßen Finger rein gewaschen, die Trübe gesammelt und nach einigen Jahren nochmals verwaschen. Aus der Siebgröbe werden größere Goldstückchen ausgelesen. Es bestehen jedoch auch schon Wäschereien mit Dampfbetrieb. (vgl. auch unten bei Platin).

Ueber die Darstellung von Glanzgold haben wir im Jahrg. II S. 239 eine Vorschrift mitgetheilt. In neuester Zeit hat sich Dr. H. Schwarz mit diesem Gegenstande beschäftigt; derselbe hat zunächst die auch von uns, wie schon

erwähnt im Jahrg. II mitgetheilte Vorschrift, welche von Gebr. Dutertre abstammt einer Prüfung unterzogen, ohne jedoch befriedigende Resultate zu erhalten. Das nach dieser Methode dargestellte Glanzgold gab ihm eine dünne, magere, röthliche Farbe beim Abbrennen auf Porzellan und ließ sich leicht wegwischen; dagegen hat Schwarz bei genauer Einhaltung des nachstehenden Verfahrens ein gutes Glanzgold gewonnen: Man löst 1 Thl. reines Gold in Königswasser, bringt die Lösung in einer Porzellanschale im Wasserbade so weit zur Trockne, daß die Masse gleich einem rothen Oele in der Hitze fließt, beim Erkalten aber sofort zu röthlichen Krystallen erstarrt, welche beim Stehen an der Luft rasch Wasser aufnehmen und dadurch heller gelb werden, auch endlich zu zerfließen anfangen. Dem in der Schale befindlichen erkalteten Chlorgolde setzt man sodann 8—9 Theile einer Mischung von gleichen Theilen Lavendeloel und Schwefelbalsam zu, worauf man die Masse mit einem Pistill anhaltend zerreibt, bis man keine ungelösten Krystalle von Goldchlorid mehr fühlt; hierauf läßt man die Masse in der Schale vor Staub geschützt mindestens 24 Stunden stehen, damit die Zersetzung vollständig von Statten geht. Würde man zu wenig von der Mischung anwenden, so würde sich das Goldchlorid zu unvollkommen lösen; würde man zuerst den Schwefelbalsam und dann das Lavendelöl zusetzen, so würde das erstere die Mischung zu fest werden lassen, so daß das Lavendelöl sie nur unvollkommen lösen würde. Bei größeren Mengen Goldchlorid entsteht durch die Zersetzung zu viel Wärme; man wird dann wohlthun, das Goldsalz der Oelbalsammischung nur allmälig zuzusetzen. Beim Zusammenreiben entwickelt sich Salzsäuregas, welches man deutlich riecht und man findet daher im Glanzgold in der That nur wenig Chlorgold mehr. Aller Wahrscheinlichkeit nach zersetzt sich das Chlorgold mit dem schwefelhaltigen Harze unter Salzsäurebildung zu Schwefelgold, welches sich in dem Ueberschusse des Harzes in ähnlicher Art auflöst, wie das gefällte Schwefelgold in Schwefelalkalien. Den Schwefelbalsam bereitet Schwarz indem er 50 Gr. eines, durch Aufbewahren in schlecht verschlossenen Gefäßen theilweise verharzten Terpentinöls in einem Glaskolben mit 10 Grammen gepulvertem Schwefel versetzt, die Mündung des Kolbens (damit das entweichende Terpentinöl immer wieder zum

Zurückfließen in den Kolben genöthigt ist) mit einem nach aufwärts gerichteten Liebig'schen Kühler verbindet und so lange erhitzt, bis eine ziemlich dickflüßige dunkelbraune Masse entstanden ist. — Das auf die beschriebene Weise dargestellte Glanzgoldpräparat ist dick, harzartig, klebt kaum mehr am Finger, löst sich aber im Entstehungsmomente in Lavendelöl auf und das Gemisch ist dann auch mit Schwefelkohlenstoff, der in nicht zu großer Menge zugesetzt wird, ohne Zersetzung mischbar. Das verdünnte Glanzgold zeigt beim Aufstreichen auf Porzellan und Einbrennen zwar hohen Glanz und gelbe Farbe; die Goldschicht ist jedoch immer noch leicht abzureiben. Man erreicht das Festhaften jedoch sofort, indem man für je 2 Gewichtstheile metallisches Gold, 1 Theil fein geriebenes basisch salpetersaures Wismuthoxyd durch sorgfältiges Verreiben beimischt und wieder einige Zeit lang stehen läßt. Wahrscheinlich wird durch das Wismuthsalz nur der letzte Rest von noch vorhandener Salzsäure aufgenommen; denn es geht kein Wismuth in Auflösung über; man versetzt daher nach der Behandlung mit Wismuthsalz, das Glanzgold am Besten mit etwa seiner gleichen Menge von Schwefelkohlenstoff und läßt es stehen, damit sich das Wismuth wieder zu Boden setzt. Von dem Wismuthsalz wird das Präparat abgegossen oder durch ein kleines Sternfilter abfiltrirt und zum Concentriren endlich an einen lauwarmen Ort gestellt. Sobald es dünnflüssige Syrupconsistenz angenommen hat, ist es zum Gebrauche fertig und liefert beim Aufstreichen, Trocknen und Brennen auf Porzellan einen schönen, glänzenden, hochgelben, undurchsichtigen und festhaftenden Goldüberzug.

Betreffs der Anwendung des Glanzgoldes und Glanzplatins bemerkt Schwarz, daß man sich dieser Präparate, sowie der eigentlichen Lüsterfarben zur Decoration des Porzellans und anderer feiner Thonwaaren statt der alten soliden Vergoldung mittels pulverförmig niedergeschlagenen Goldes, sehr vielfach bedient. — Die Goldschicht ist hierbei unendlich dünn und deßhalb wohlfeil; das Gold kommt unmittelbar glänzend aus dem Feuer und bedarf keines Polirens und es genügt schon eine sehr schwache Hitze zu dem sogenannten Einbrennen oder zur Befestigung.

Zur Abscheidung des Goldes im chemisch reinen Zustande

als Goldpulver oder Goldschwamm haben wir im Jahrg. I S. 300 die von Brescius empfohlene Methode mitgetheilt. J. P. Prat hat diese Methode verbessert. Nach Prat wird eine 10 procentige Lösung von Goldchlorid bei gewöhnlicher Temperatur mit gepulvertem doppelt kohlensaurem Kali genau neutralisirt; dann setzt man auf je 3 Theile des Goldsalzes die aus 2 Theilen Gold, welches man in Königswasser auflöst, gewonnen werden können, noch 1 Thl. von in Wasser zu einer gesättigten Auflösung gelöstem doppelt kohlensaurem Kali und nach und nach 3 1/5 Theile gepulverte Oxalsäure in kleinen Antheilen. Ist alle Oxalsäure zugesetzt, so erhitzt man sie zum Sieden, und unterhält dies 2 Minuten lang, welche kurze Zeit schon ausreicht, um alles Gold zu reduciren. Das Gold scheidet sich hierbei als ein außerordentlich feines Pulver ab, welches keine Spur von Metallglanz besitzt; die einzelnen Partikelchen hängen dabei so fest zusammen, daß sie eine schwammartige Masse bilden und keine Goldtheilchen in der Flüssigkeit herumschwimmen; die Masse gleicht auch betreffs ihrer Farbe und ihres äußeren Ansehens ganz einem wirklichen nassen Schwamme. Der Goldschwamm läßt sich ohne vorheriges Schmelzen zu einem Zaine verarbeiten; nach dem Trocknen und Glühen behält er seinen Zustand bei und besitzt die Eigenschaften der analogen porösen Körper. Bemerkenswerth ist noch, daß man nach dieser Methode das Gold vollständig als eine leicht zu sammelnde Masse abscheiden und von den meisten anderen Metallen trennen kann, daß die Reduction sehr leicht und rasch erfolgt, und daß überhaupt das ganze Verfahren sehr wenig Zeit erfordert und ganz einfach ist.

Kohlenstoff.

Ueber die Eigenschaft der Kohle, Gase in sich aufzunehmen, sowie über die Wirkung derselben als desinficirendes Mittel haben Dr. Eulenberg und Dr. Vohl in Cöln eine Reihe von Versuchen angestellt. Zunächst machen die Genannten darauf aufmerksam, daß bei den Bestimmungen des Absorptionsvermögens der Kohle (Holzkohle) für verschiedene Gase, keine Rücksicht darauf genommen worden sei, daß jede Kohle bereits ein gewisses Quantum von Gasen in sich enthalte; hiernach

bedürfen also die bisherigen Angaben über die Menge eines Gases, welches von einem bestimmten Volumen Kohle absorbirt wird, einer Berichtigung. Ohne diese Berichtigung vorzunehmen begnügten sich Eulenberg und Vohl damit zu ermitteln, welche Arten von Gasen in der Kohle vorkommen, respective präexistiren und fanden, daß wenn man frisch geglühte Holzkohle, in einem, mit ausgekochtem Wasser gefüllten und in einer (ebensolches Wasser enthaltenden) Schale umgestürzt stehenden Cylinder bringt, nur wenige Luftblasen emporsteigen, daß dagegen, wenn man das Wasser in der Schale erhitzt und längere Zeit im Sieden erhält, eine große Menge von Gas aus der Kohle entweicht, und daß dieses in der Siedhitze aus der Kohle ausgetretene Gas in 100 Volumen, aus 90 Vol. Kohlensäuregas und 10 Vol. Kohlenoxydgas mit Spuren von Stickstoffgas zusammengesetzt ist. Nach Eulenberg und Vohl ist eine derartig behandelte Holzkohle noch immer nicht gasfrei, sondern enthält eine nicht unerhebliche Menge von fast reinem Kohlenoxydgas, welches erst entweicht wenn man die mit siedendem Wasser behandelte Kohle noch naß, gröblich pulvert und in einer kleinen, mit einer in Quecksilber ausmündenden Gasentwicklungsröhre verbundenen Retorte erst gelinde erhitzt, bis durch die aus der feuchten Kohle entweichenden Wasserdämpfe alle Luft ausgetrieben ist und dann erst die Temperatur steigert. Hiernach scheint es allerdings erwiesen, daß die Holzkohle nicht unbedeutende Mengen von Kohlensäure und Kohlenoxydgas präexistirend enthält. Diesem Kohlenoxydgehalte verdankt die Holzkohle nach Eulenberg und Vohl ihre so oft schon verderblich gewordene Eigenschaft, den durch seinen Kohlenoxydgehalt giftigen Kohlendampf zu entwickeln. Füllt man z. B. in einer offenen Kohlenpfanne, auf im Abbrennen begriffene Kohlen, frische Holzkohlen auf, so werden diese zunächst von unten erhitzt, geben in Folge dessen das in ihnen enthaltene Kohlenoxydgas, noch bevor sie sich wirklich entzünden ab, wodurch die Gefahr einer Kohlenoxydvergiftung herbeigeführt wird. Bei Anwendung von glühenden Holzkohlen, welche vorher in einem besonderen Ofen glühend gemacht wurden, wird man dagegen höchst selten Fälle von Kohlenoxydvergiftung erleben. Auch die Thier- oder Knochenkohle, welche die Eigenschaft besitzt, Gase, Dämpfe, Farbstoffe, Metalle und

Alkaloïde in sich aufzunehmen, enthält Kohlensäure- und Kohlenoxydgas, woraus hervorgeht, wie höchst schädlich die beim Wiederbeleben der Knochenkohle respect. beim Aufbrennen derselben entweichenden Gase sind und wie nöthig die Ableitung oder Unschädlichmachung dieser Gase ist. — Eulenberg und Vohl machen ferner von Neuem auf die bereits bekannte wichtige Thatsache aufmerksam, daß die Holzkohle, Torfkohle, sowie auch der Koks aus Braunkohle, die im höchsten Grade die Fähigkeit besitzen, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Ammoniak und Schwefelammonium und andere flüchtige Riechstoffe zu absorbiren, die Oxydation dieser Substanzen einleiten und befördern. Schwefelwasserstoff z. B., welcher von der Kohle aufgenommen worden ist, kann durch kein Mittel mehr als solcher vollständig aus der Kohle ausgetrieben werden, da er in der Kohle zersetzt worden ist. Wird trockene entgaste Holzkohle in trockenes Schwefelwasserstoffgas gebracht und nach der Absorption in reines Sauerstoffgas, so erfolgt in den meisten Fällen, Entzündung; ist die Kohle mit schwefliger Säure gesättigt worden, so kann man ihr durch heißes ausgekochtes destillirtes Wasser, Schwefelsäure entziehen, die in der Kohle unter dem Einfluße des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft aus der schwefligen Säure entstanden ist. Mit Ammoniakgas gesättigte Kohle, enthält, wenn man sie einige Zeit sich selbst überläßt, statt des Ammoniaks, salpetersaures Ammoniak. Schwefelammonium wird von der Kohle in unterschwefligsaures und zuletzt in schwefelsaures Salz verwandelt. Die meisten Riechstoffe, welche die Kohle aufnimmt, werden schließlich ebenfalls oxydirt, d. h. zerstört. Holzgeist wird durch die Kohle in Ameisensäure, Weingeist in Essigsäure, Amylalkohol in Baldriansäure übergeführt. Dieser Eigenschaft verdankt die Kohle ihre Fähigkeit desinficirend und desodorisirend zu wirken. Vermischt man die Kohle noch mit Kalk und Magnesia, so wird ihre desinficirende Wirkung hierdurch noch bedeutend gesteigert. Ein ganz vorzügliches desinficirendes und desodorisirend wirkendes Mittel gewinnt man z. B., wenn man Dolomit, welcher bekanntlich aus kohlensaurem Kalk, verbunden mit kohlensaurer Magnesia besteht, in gewöhnlichen Kalköfen brennt, die erhaltene, aus Aetzkalk und Magnesia bestehende Masse alsdann mit Wasser zum trocknen Pulver

löscht und dieses mit 5 bis 10 Procent pulverisirter Holz- oder Torfkohle vermengt. Eine derartige Mischung ist nach Eulenberg und Vohl z. B. zur Desinficirung von Excrementen weit vortheilhafter, als die jetzt allgemeine hierzu empfohlene Carbolsäure oder verschiedene Metallsalze (Eisenvitriol, Chlorzink, Manganverbindungen), die sämmtlich der Vegetation nachtheilig sind, während die Mischung von Kalk, Magnesia und Kohle ganz unschädlich ist. Endlich machen Eulenberg und Vohl darauf aufmerksam, daß die Kohle auch als Gegenmittel bei verschiedenen Vergiftungen mit Vortheil in Anwendung gebracht werden kann, und zwar sind es nicht allein Metalle und Alkaloide, die man durch die Kohle fixiren kann, sondern die Kohle zeigt auch dem Phosphor gegenüber ein ähnliches Verhalten; sie absorbirt den fein vertheilten Phosphor und oxydirt denselben zu Phosphorsäure. Für Arbeiter, welche Phosphordämpfen ausgesetzt sind, würde es z. B. von größtem Nutzen sein, wenn sich dieselben eines mit Thierkohle gefüllten Respirators bedienen würden. Jedenfalls ist die Thierkohle dem von Letheby als Mittel gegen den schädlichen Einfluß von Phosphordämpfen empfohlenen Terpentinöl vorzuziehen, da letzteres bei vielen Menschen specifisch wirkt, namentlich sehr häufig einen unerträglichen Kopfschmerz verursacht.

Silicium.

Kieselsäure. Bereits im Jahrg. VI dies. Jahrb. S. 205 wurde auf das Vorkommen fein vertheilter, sehr reiner Kieselsäure in der Natur hingewiesen. Eine der wichtigsten Lagerstätten solcher Kieselsäure oder Infusorienerde befindet sich bei Oberohe im Amte Bergen (Provinz Hannover). Dieses Lager hat seine größte Ausdehnung von Südwest nach Nordost mit 450 Ruthen, bei einer Breite von 200 Ruthen. Seine Mächtigkeit wechselt zwischen 12 und 18 Fuß, doch ist es an einzelnen Stellen bei 40 Fuß Tiefe noch nicht durchbohrt. Ueberlagert wird es durch eine wenige Zoll bis zu 8 Fuß tiefe Sandschicht. Die Infusorienerde ist unendlich fein, beinahe weiß oder gelblich und besteht gänzlich aus den Panzern oder Schalen mikroskopisch kleiner sogenannter Diatomeen. Im frischen Zustande enthält

sie meist über 30 Procent Wasser. Im lufttrocknen Zustande besteht sie im Durchschnitt aus 76,78 Proc. Kieselsäure, — 11,40 Proc. organischen Substanzen, — 2,39 Proc. Thonerde und Eisenoxyd, — 0,53 Proc. Kalk, — 0,15 Proc. Magnesia, — 1,02 Proc. Alkalien und 7,73 Proc. Wasser; sie läßt sich ohne alle Schmelzung mit Natron zu Wasserglas verbinden, indem man sie einfach mit Natronlauge kocht, welche ungefähr das doppelte Gewicht Infusorienerde aufzulösen vermag. Man benutzt sie besonders zur Dynamitfabrikation, zur Darstellung von Ultramarin, Wasserglas, Emaillen und Glasuren, als Putzpulver, sowie zum Schleifen und Poliren; als schlechter Wärmeleiter ist sie ein vorzügliches Mittel, um die Räume zwischen den Doppelwandungen an Eisschränken und feuerfesten Geldschränken auszufüllen; auch als Zusatz zum Siegellack, zu Seifen, zu Papier, zum Modellirthon ꝛc. wird sie häufig verwendet. Wenn man gleiche Theile Infusorienerde und Bleiglätte mit 1/2 Thl. mit zu Pulver gelöschtem Kalk und Leinölfirniß zum steifen Teige anrührt, so erhält man einen Steinkitt von bedeutender Bindekraft, der zu einer Masse von der Festigkeit des Sandsteins erhärtet; auch durch Zusammenkneten der Infusorienerde mit geschmolzenem Harz oder Schwefel kann man brauchbare Kittmischungen bereiten. Außer der bereits an oben citirter Stelle namhaft gemachten Bezugsquelle kann man die Infusorienerde ab Station Unterlüß der Lehrte-Harburger Bahn auch von Louis Bruns in Hannover oder von G. F. Nefardt in Lehrte beziehen.

Ein anderes Lager von Infusorienerde ist am Vogelsberg zwischen den Dörfern Altenschirf und Steinfurth im Großherzogthum Hessen-Darmstadt aufgefunden worden. Die Infusorienerde dieses Lagers soll nach Tasche aus 91,5 Proc. Kieselsäure, 0,5 Proc. Eisenoxyd und 8,0 Proc. Wasser und organischen Beimischungen bestehen, also noch reiner sein, als diejenige von der Lünneburger Heide.

Platin.

Ueber die Gewinnung des Platins in Rußland theilt die Berg- und Hüttenmännische Zeitung mit, daß mit Ausnahme einer einzigen Stelle, zugleich mit Platin stets auch

Waschgold gewonnen werde, so daß die Herstellung des rohen Platins schließlich auf eine Trennung desselben vom Gold hinauslaufe. Man theile zu diesem Behufe das von den Wäschereien nach Tagilsk abgeführte Gemenge von rohem Platin und Goldkörnern in zwei Sorten, goldärmeres und goldreicheres; beide werden dann mit Quecksilber behandelt, welches das Gold auflöst, während das Rohplatin zurückbleibt. Nachdem größere Gold- und Platinstücke ausgesucht sind, werden 10 bis 25 Pfd. der Mischung beider Metalle in einer Schale von Holz, Eisen oder Porzellan erst mit Wasser zur Reinigung, dann mit der entsprechenden Menge Quecksilber mit Hülfe eines Pistills umgerührt. Nach einigen Minuten gießt man das Amalgam in einen Beutel, bringt das durchgelaufene Quecksilber wieder in die Schale, rührt durch und wiederholt dies bei goldreichen Massen 3 bis 4 mal, bis im Rückstande kein Gold mehr zu entdecken ist. Das Amalgam wird dann abdestillirt. Das so vom Gold getrennte zurückgebliebene rohe Platin enthält nach Le Play 75,1 Proc. reines Platin, — 1,1 Proc. Palladium, — 3,5 Proc. Rhodium, — 2,6 Proc. Iridium, — 0,6 Proc. Osmium-Iridium, — 2,3 Proc. Osmium, — 0,4 Proc. Gold, — 1,0 Proc. Kupfer, — 8,1 Proc. Eisen und 4,5 Proc. diverse fremde Körper. Gegenwärtig beträgt die Platin-Ausbeute pro Jahr nur ungefähr 2005 Kilogr.

Zur Darstellung von Platinmohr empfiehlt J. Lawrence Smith folgendes Verfahren: Man soll in eine Porzellan- oder Platinschale Kaliumplatinchlorid eintragen, dasselbe mit einem runden Glimmerblättchen bedecken, welches etwas kleiner ist, als der große Durchmesser der Schale und in der Mitte eine Oeffnung hat; durch diese Oeffnung läßt man das Gasentwickelungsrohr eines Apparates eintreten, in welchem reines, trocknes Wasserstoffgas entwickelt wird, welches das in der Schale befindliche Kaliumplatinchlorid in der Weise reducirt, daß Chlorkalium übrig bleibt, während in Folge der Reduction des Platinchlorides fein vertheiltes Platin mit zurückbleibt; diese Operation muß jedoch durch Erwärmung unterstützt werden, wobei man am besten das Kaliumplatinchlorid in der Schale mittels der Flamme eines Bunsenbrenners auf höchstens 260° C. erhitzt. Würde man die Temperatur höher steigern, so würde kein schöner Platinmohr gewonnen werden. Nach

dem Erhitzen und der durch das zugeleitete Wasserstoffgas bewirkten Reduction hat man nur nöthig den Rückstand sehr gut mit Wasser auszuwaschen, um das Chlorkalium zu entfernen; der hierbei zurückbleibende Platinmohr wird dann noch mit einer Lösung von Aetzkali oder Aetznatron behandelt und zuletzt mit reinem Wasser gut ausgesüßt.

Zur Darstellung von Glanzplatin für Thonwaaren (dem Glanzgolde, s. oben S. 266 entsprechend) eignet sich nach H. Schwarz in Graz die zuerst von Böttcher empfohlene Vorschrift sehr gut. Hiernach wird die Lösung des Platins in Königswasser zur Trockne abgedampft, und das zurückgebliebene trockne Platinchlorid mit Lavendelöl verrieben, bis es sich in diesem gelöst hat, wobei sich Chlorwasserstoffgas entwickelt. — Die im Jahrg. VII v. 1871 S. 332 erwähnte Legirung von Platin und Blei, das sogenannte Bleiplatin läßt sich nach Al. Bauer leicht darstellen, indem man Platin mit einem kleinen Ueberschusse von Blei unter einer Decke von Boraxglas zusammenschmilzt, den Tiegel sehr langsam erkalten läßt und die Legirung nach dem Pulvern durch Behandeln mit Essigsäure von dem überschüssigen Blei befreit.

Chrom.

Chromsäure.

Zur Darstellung von Chromsäure hat E. Zettnow eine Methode empfohlen, nach welcher man nicht allein ein reines Präparat, sondern auch eine gute Ausbeute erhält. Man soll nämlich 300 Gramm käufliches rothes chromsaures Kali in Stücken mit 500 Cub. Cent. Wasser und 420 Cub. Cent. englischer Schwefelsäure bis zur Auflösung erhitzen und zum Erkalten hinstellen. Nach 10—12 Stunden krystallisirt das bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf das Chromsalz entstandene saure schwefelsaure Kali aus, während die freie Chromsäure in der Mutterlauge gelöst bleibt. Diese Mutterlauge gießt man theils von den Krystallen ab, theils läßt man sie von denselben abtropfen und wäscht die Salzmasse noch mit 10—12 Cub. Cent. Wasser nach; alsdann erwärmt man die Lösung der Chromsäure auf 80—90° C., fügt 150 Cub. Cent. Schwefelsäure und hierauf allmälig so viel Wasser hinzu, bis

die in rothen Flocken gefällte Chromsäure sich wieder aufgelöst hat, worauf man bis zur Bildung einer Krystallhaut abdampft. Nach 10—12 Stunden hat sich die Chromsäure in bräunlich-rothen kleinen Krystallen abgeschieden, von welchen man die Mutterlauge klar abgießen kann. Durch weiteres Eindampfen erhält man eine zweite und dritte Krystallisation. Die zweite bildet gewöhnlich etwas größere federartige Krystalle, während die dritte aus einer geringen, jedoch in sehr langen Nadeln krystallisirten Menge Chromsäure von scharlachrother Farbe besteht. Zur Trennung der Mutterlauge von den Krystallen bedient man sich zweckmäßig eines Trichters, in dessen Spitze man ein aus dünnem Platinbleche gefertigtes und mit vielen feinen Löchern versehenes kleines Filter einsetzt. Die Mutterlauge läuft in einem Strahle ab, ohne daß Chromsäure mitgerissen wird. Es ist vortheilhaft ohne Luftdruck zu filtriren. Zur weiteren Trennung der Mutterlauge von der Chromsäure eignet sich ein trockener Ziegelstein am besten. Die Kraft, mit welcher dieser die Mutterlauge einsaugt, ist sehr bedeutend und die Chromsäure wird, wie Zettnow behauptet, viel reiner als wenn man sie durch Filtration unter hohem Drucke, z. B. nach der von Bunsen empfohlenen Methode (vgl. Jahrg. V S. 250) von der Mutterlauge zu befreien sucht. Nach 12—24 Stunden ist die Chromsäure bei Anwendung von 2 Ziegelsteinen, damit sie nicht eine zu dicke Schicht bildet und Bedeckung mit Glasplatten, ein völlig trocknes Pulver und man gewinnt von den 300 Grammen des angewandten rothen Chromsalzes 186 Gramme solche trockene rohe Chromsäure oder 91,2 Proc. der in den 300 Gr. des Chromsalzes wirklich enthaltenen Chromsäure. Um diese noch etwas unreine, d. h. Schwefelsäure- und Kalihaltige Chromsäure zu reinigen, bringt man sie in eine Porzellanschale, übergießt sie in dieser nach und nach mit 50 Cub.-Cent. reiner Salpetersäure von 1,46 spec. Gew., wobei man sie mittels eines Glasstabes gut mit der Salpetersäure vermengt und wirft endlich die feuchte Mischung abermals auf einen Ziegelstein, auf welchem man sie mit einem Hornlöffel gleichmäßig ausbreitet. Erweist sich nach 12 Stunden die Chromsäure bei einer angestellten Probe noch nicht völlig frei von Schwefelsäure und Kali, so genügt eine Wiederholung der Operation mit 25 Cub.-Cent. Salpetersäure, um

diese Beimischungen völlig zu entfernen, und es bleiben nun circa 175 Gramme von Schwefelsäure und Kali freier, jedoch noch salpetersäurehaltiger Chromsäure übrig. Zur Verjagung der anhängenden Salpetersäure erhitzt man die Chromsäure im Sandbade zuerst gelinde unter stetem Rühren, dann stärker, bis die einzelnen Krystalle völlig trocken erscheinen, nicht mehr aneinander haften und keine Dämpfe von Salpetersäure mehr entwickeln. Man gewinnt auf diese Weise aus 300 Grammen Chromsalz 172 Gramme oder 84,3 Proc. reine trockne Chromsäure. Hat sich nach einigen Operationen eine gewisse Menge grüne Mutterlauge gesammelt, so kann man dieselbe statt reiner Schwefelsäure benutzen. Ihr spec. Gew. beträgt im Durchschnitt 1,66—1,67 und man kann auf 300 Gramme rothes chromsaures Kali 800 Cub.-Cent. derselben und 500 Cub.-Cent. Wasser zur Zersetzung nehmen. Nach dem Auskrystallisiren des sauren schwefelsauren Kalis fügt man noch 400 Cub.-Cent. der grünen Mutterlauge zu, dampft zur Krystallhaut ein und verfährt wie oben angegeben worden. Durch Anwendung solcher Mutterlauge statt reiner Schwefelsäure erhält man etwa 5 1/2 Procent mehr Ausbeute. Da die Chromsäure gegenwärtig vielfach bei der Herstellung von galvanischen Batterien zur Anwendung kommt, so ist eine gute und ergiebige Methode zu ihrer Reindarstellung von besonderem Werthe.

Thallium.

Zur Aufbewahrung des Thalliums, welches sich bekanntlich an seiner Oberfläche sehr leicht oxydirt und dann seinen Metallglanz einbüßt, empfiehlt Böttger destillirtes und sorgfältig von dem Gehalte an atmosphärischer Luft befreites Wasser. Zu diesem Behufe hat man nur nöthig, das destillirte Wasser anhaltend zu kochen bis man mit Bestimmtheit annehmen kann, daß alle Luft aus demselben entwichen sein wird und dann in einem verschlossenen Gefäße erkalten zu lassen. Unter solchem Wasser hielt sich reines Thallium jahrelang ohne seinen Metallglanz zu verlieren.

Silber.

Zur Darstellung von reinem Silber aus dem gewöhnlichen kupferhaltigen Silber empfiehlt Gräger neuerdings folgendes Verfahren: Man löst das kupferhaltige Silber wie gewöhnlich in möglichst wenig Salpetersäure, bringt die Lösung in eine Porzellanschale oder Kochflasche, erwärmt gelinde und beginnt dann die Flüssigkeit durch chlorfreien kohlensauren Kalk (Schlämmkreide) zu neutralisiren. Ist dies bewirkt, so erhitzt man die Flüssigkeit auf 75—85° C. und setzt, während man diese Temperatur unterhält, so lange kohlensauren Kalk zu, als nach Zusatz einer neuen Portion noch ein Aufbrausen erfolgt, und bis die Flüssikeit ganz farblos erscheint und ein Tropfen derselben auf weißes Fließpapier gebracht, neben einem daneben aufgegossenen Tropfen einer Kaliumeisencyanürlösung, an der Stelle, wo die im Fließpapier sich ausbreitenden Ränder der beiden Tropfen in einander fließen, keine röthliche Färbung mehr bildet, in welchem Falle man die Sicherheit hat, daß alles in der Lösung vorhanden gewesene Kupfer durch den Kalk niedergeschlagen worden ist. Steigert man hierbei die Temperatur nicht über 85° C., so wird nur das Kupfer, nicht auch das Silber gefällt. Letzteres kann durch kohlensauren Kalk nur in der Siedehitze gefällt werden, auch entwickelt sich bei der Fällung des Silbers kein Kohlensäure-Gas. Ist alles Kupfer niedergeschlagen, so läßt man ein Wenig absetzen, filtrirt und wäscht den entstandenen Niederschlag von kohlensaurem Kupferoxyd, welches eine ganz hübsche grüne Farbe besitzt und zu Anstrichen benutzt werden kann, vollständig aus. Man hat nun eine Auflösung von salpetersaurem Silber und salpetersaurem Kalk. Aus dieser Lösung wird sodann das Silber nebst dem Kalk durch eine Lösung von kohlensaurem Natron, als kohlensaures Silberoxyd und kohlensaurer Kalk gefällt. Der hellgelbe Niederschlag, der sich rasch zu Boden setzt, wird auf einem Filter gesammelt und mit Wasser sehr gut ausgewaschen, was wegen der körnigen Beschaffenheit des Niederschlages sehr schnell von Statten geht. Der ausgewaschene Niederschlag wird nun getrocknet und geglüht. Hierbei nimmt er zuerst eine dunkelbraune Farbe an, indem das Silberoxyd seine Kohlensäure abgiebt; bei weiterem gelinden Glühen wird er aber grauweiß

von metallischem mit kohlensaurem Kalk gemengten Silber. Zur Entfernung des Kalkes digerirt man die geglühte, erkaltete und zerriebene Masse mit einer genügenden Menge von verdünnter Salzsäure. Nach dem Abwaschen des pulverförmigen Silbers kann man dieses mit Borax und etwas Salpeter zu einem Regulus zusammenschmelzen, oder man löst es, wenn man salpetersaures Silber bereiten will direct in Salpetersäure auf.

Ueber die Erkennung ächter Versilberung wird in Böttger's Notizblatt geschrieben, daß sich dazu eine kalt gesättigte Lösung von chromsaurem Kali in reiner Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. am besten eigne. Die zu prüfende Metallfläche wird zunächst mit starkem Weingeist gereinigt, um etwaigen Lacküberzug zu entfernen, hierauf tröpfelt man auf die gereinigte Stelle etwas von der salpetersauren Chromsalzlösung, spült jedoch die benetzte Stelle sofort wieder mit etwas Wasser ab. Bei vorhandenem Silber ist nun ein deutlicher blutrother Fleck (chromsaures Silberoxyd) sichtbar. Auf Neusilber färbt sich der Tropfen braun und hinterläßt nach dem Abspülen keinen rothen Fleck. Auf Britanniametall (aus Zinn, Antimon und wenig Kupfer bestehend) erhält man einen schwarzen Fleck. Auf Platin findet keine Einwirkung statt. Auf einer durch Quecksilber amalgamirten Metallfläche erhält man einen röthlichbraunen Niederschlag, der beim Uebergießen mit Wasser vollständig fortgespült wird. Auf Blei, ebenso auf Wismuth, erhält man einen gelben Niederschlag. Zink wird stark geätzt, die Probeflüßigkeit spült sich vollständig ab. Auch Zinn wird stark angegriffen; die Probeflüßigkeit färbt sich bräunlich und ein Zusatz von Wasser giebt einen gelben Niederschlag, der auf dem Metall leicht haftet.

Blei.

Mennige-Fabrikation. George Mercier hat Versuche über die Darstellung von Mennige angestellt. Bei der jetzt üblichen Methode der Mennige-Fabrikation aus Bleiglätte oder Massicot, geht die Umwandlung der Glätte in Mennige sehr langsam von Statten und auch die Ausbeute ist eine geringe. Mercier glaubt daß an diesem ungünstigen Resultate hauptsächlich die ungeeignete Construction des dabei zur Anwendung

kommenden Ofens schuld sei, indem man auf der Sohle dieses Ofens das Blei zunächst zu Bleiglätte und in einer oberen Etage des Ofens die Bleiglätte zu Mennige oxydire, welche beiden Operationen sich nicht gut in ein und demselben Ofen gemeinschaftlich ausführen lassen, weil bei der Oxydation der Bleiglätte zu Mennige eine möglichst gleichmäßige bestimmte Temperatur von besonderer Bedeutung sei. Mercier schließt aus seinen Versuchen, daß die Bleiglätte (Bleioxyd) nicht allein in Folge einer stattfindenden Sauerstoffabsorption in schön und feurig rothe Mennige übergehe, sondern daß gleichzeitig eine Veränderung des Molecularzustandes vor sich gehe; je constanter die Temperatur erhalten wird und jemehr sich dieselbe der Dunkelrothglühhitze nähert, ohne letztere ganz zu erreichen, desto rascher oxydirt sich die Glätte zu Mennige; doch hängen die Schnelligkeit mit welcher sich die Mennige bildet, sowie der Glanz und das Feuer ihrer Farbe, mit von der Reinheit des zu ihrer Fabrikation verwendeten Bleioxydes ab. Ordinäre Sorten von Bleioxyd z. B. gewöhnliche Bleiglätte müssen 20, reine Sorten 15 bis 18 Stunden lang erhitzt werden, bis sie in verkäufliche Mennige übergegangen sind. Hat sich durch zu starke Steigerung der Hitze die Mennige wieder zersetzt, so läßt sich durch Anwendung der richtigen Temperatur die zersetzte Mennige wieder in ein gutes Product umwandeln. Der zur Fabrikation der Mennige zu benutzende Ofen muß derart construirt sein, daß sich die erforderliche Temperatur in demselben leicht constant erhalten läßt und daß das in Mennige überzuführende Bleioxyd vor der Berührung mit der Flamme bewahrt bleibt, dagegen einem, seine Umwandlung in Mennige beschleunigenden continuirlichen Luftstrom ausgesetzt ist. Der von Mercier hierzu empfohlene, durch die beiden Abbildungen Fig. 32a und Fig. 32b zur Anschauung gebrachte Ofen entspricht den genannten Bedingungen vollständig; derselbe besteht aus einer großen Muffel A, deren Sohle oder Boden aus einer Schicht von gut verstrichenen Ziegelsteinen a gebildet wird, welche auf nebeneinander liegenden Gußeisenplatten b ruhen. Diese Platten kommen mit den Flammen der Steinkohlen, welche auf zwei in einem etwas tieferen Niveau liegenden Rosten B brennen, in directe Berührung. Die, die Seitenwände des Muffel bildenden Widerlager sowie das Gewölbe derselben haben nur 11 Centimeter Stärke und gestatten

somit eine vortheilhafte Ausnutzung der Wärme; die äußeren Ofenwände dagegen sind sehr dick, verhindern also Wärmeverluste, wirken als Temperaturregulatoren und dienen gleichzeitig als Stütze für das leichte Mauerwerk des eigentlichen Muffel, indem sie mit demselben durch die Pfeiler c verbunden sind, welche sich an die, die Widerlager und den Anfall des Muffelgewölbes umfassenden Bleche d anlehnen. Die aus dem Herd hervorschlagenden Flammen bespülen die Platten b, treten durch eine Reihe von Oeffnungen e denen gegenüber die Bleche mit entsprechenden Ausschnitten versehen sind u. steigen in den senkrechten Canälen f empor, deren Zug durch leicht zu handhabende Register g regulirt wird; hierauf schlagen sie in den Zügen C über das Muffelgewölbe hinweg und treffen auf eine, aus starkem Eisenblech bestehende Scheidewand h, die ihnen eine parallele Richtung giebt und sie in die beiden Abzugsröhren D leitet, welche mittels des einzigen mit einer Klappe k versehenen

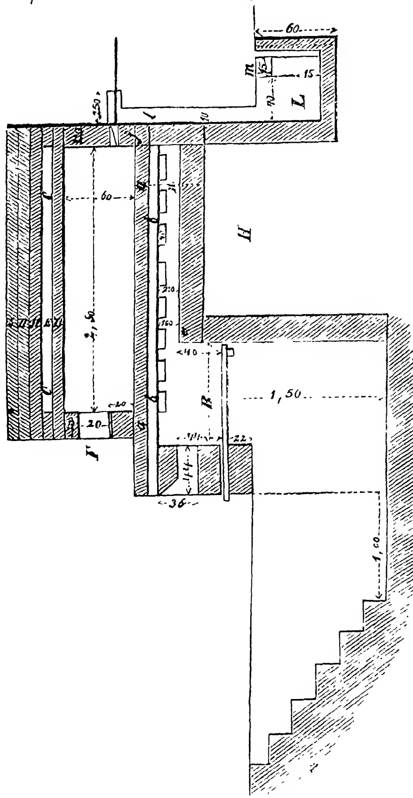
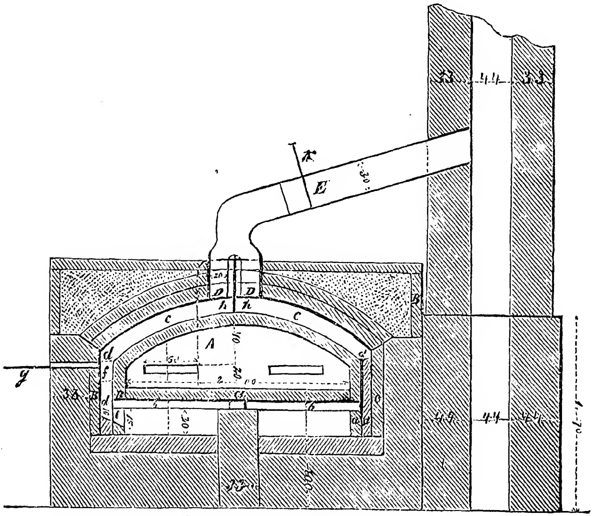


Fig. 32a

Rohres E zu einer 10 Meter hohen Esse führen. Ist die Operation im Ofen fertig, so läßt man das Feuer ausgehen

Fig. 32 b



und reinigt die Roste. Dann nimmt man die fertige Mennige aus dem Ofen, entweder mittels langer Schaufeln, welche man durch die Thüren F einführt, oder indem man das Produkt in eine im Hintergrunde des Ofens in der Sohle desselben angebrachte Oeffnung schiebt. Unter dieser Oeffnung, welche, während der Ofen im Gange ist durch eine mit Mennige bedeckte Platte geschlossen wird, befindet sich ein aus starkem Eisenblech oder aus Ziegelsteinen angefertigter, im Mauerwerk ausgesparter Rumpf, unter welchem in einem im Fundamente H angebrachten Canale kleine Wagen von Eisenblech circuliren können. Nachdem die Mennige aus dem Ofen entfernt und die Entleerungsöffnung wieder mit der Schließplatte bedeckt worden ist, schreitet man zu einer Beschickung mit Bleioxyd entweder durch die Thüren F oder mittels zweier, durch das Mauerwerk des Gewölbes hindurchgehender, aus starkem Bleche bestehender Rümpfe. Diese Rümpfe können mittels kleiner am Boden

mit einer Entleerungsklappe versehenen, auf dem Ofen circulirenden Wagen gefüllt werden. Das Bleioxyd wird auf der Ofensohle zu einer 20 Centimeter starken, gleichmäßigen Schicht ausgebreitet; dann werden die Thüren F mit einer verlorenen Mauerung geschlossen, in welcher man mehrere Schaulöcher ausspart; hierauf werden die Register g, sowie die Vorsetzer j vollständig geöffnet, ganz wenig dagegen die Klappe k, alsdann wird auf den beiden Herden B Feuer angezündet und der Ofen auf die geeignete Temperatur erhitzt. Die Fabrikation der Mennige erfordert ununterbrochene Aufmerksamkeit; wird z. B. das Muffelgewölbe an einzelnen Stellen zu heiß, so regulirt man in entsprechender Weise die Register g; hat sich der Ofen zwar gleichmäßig, aber zu stark oder nicht stark genug erhitzt, so regulirt man die Feuerungen und die Klappe k; auch der Vorsetzer j ist in zweckentsprechender Weise zu reguliren; es muß durch denselben so viel Luft eintreten, daß eine gute Oxydation bewirkt wird und doch darf der einzelne Luftstrom nicht so stark sein, daß ziemlich viel von dem Bleioxyd weggeführt wird. Wenn aus Versehen die geeignete Temperatur zu weit überschritten worden sein sollte, so kann der Ofen durch Oeffnen der Thüren F und durch weites Oeffnen des Vorsetzers j rasch abgekühlt werden. Die Oeffnungen I communiciren mittels leicht abzunehmender Blechröhren mit einem ebenfalls aus Blech bestehenden Kasten L, welcher mit der Esse durch den Canal m verbunden und zum Sammeln des durch den Luftstrom weggeführten Materials bestimmt ist. Dieser Kasten wird von Zeit zu Zeit entleert und sein Inhalt in den Ofen zurückgebracht. Nach der Operation läßt man den Ofen erkalten, sodann siebt man das Bleioxyd vorher, bevor es in den Ofen gebracht wird; jede plötzliche Steigerung der Hitze ist zu vermeiden und die fertige Mennige muß aus dem Ofen entfernt und ungesiebt in den Handel gebracht werden; sollte sie in Folge fehlerhafter Leitung des Feuers zusammengebacken seiu, so muß sie mittels einer hölzernen Walze zerdrückt werden, was ihr hinsichtlich ihrer Farbe und ihres Feuers weniger schädlich zu sein scheint, als das Sieben. Mit einem solchen Ofen kann man, wenn er in gutem Betriebe erhalten wird, in 24 Stunden ungefähr 4 Tonnen Mennige produciren.

B l e i w e i ß - F a b r i k a t i o n. J. G. D a l e und E. M i l n e r in Warrington haben folgende, sehr einfache Methode zur

Bleiweißfabrikation empfohlen und in England patentiren lassen: Bleiglätte, Bleioxydhydrat oder ein unlösliches basisches Bleisalz werde mit ein Aequivalent von doppelt kohlensaurem Natron gemischt und so viel Wasser hinzugefügt, daß das Ganze einen steifen Brei bildet. Diese Mischung wird in einer passenden Mühle gemahlen, indem man die geeignete Consistenz der Masse durch zeitweiliges Zugießen von Wasser regulirt, bis die Ueberführung der Bleiverbindung in kohlensaures Salz erfolgt ist. Das erhaltene Bleiweiß wird hierauf gut gewaschen und filtrirt. Daß Waschwasser welches einfach kohlensaures Natron enthält (vorausgesetzt daß man Bleiglätte oder Bleioxydhydrat anwandte) wird auf doppelt kohlensaures Natron verarbeitet und dieses zur Erzeugung neuer Mengen von Bleiweiß benutzt. Ob das nach diesem Verfahren dargestellte Bleiweiß betreffs seiner Deckkraft ebenso werthvoll ist, wie das nach den bisher üblichen Methoden gewonnene, wird nicht mitgetheilt.

Cadmium.

Schwefelcadmium. In Jahrg. VII S. 364 wurde bereits erwähnt, daß das Schwefelcadmium zum Gelbfärben feiner Seifen sehr empfehlenswerth sei. Im Anschluß an jene Mittheilung ist zu bemerken, daß das Schwefelcadmium, um trotz seines hohen Preises mit Vortheil zu dem genannten Zwecke verwendet werden zu können, frei von Verunreinigungen sein muß, welche seine Färbekraft beeinträchtigen. Die chemische Fabrik auf Actien, vormals E. Schering in Berlin macht in Rücksicht hierauf darauf aufmerksam, daß das Schwefelcadmium häufig mit Zinkweiß verfälscht werde, welche Verfälschung durch die äußere Beschaffenheit des Präparates nicht leicht zu erkennen sei, aber leicht entdeckt werden könne, wenn man das zu prüfende Schwefelcadmium mit starkem Essig einige Zeit in der Wärme behandle. Das Zinkweiß löst sich hierbei in dem Essig auf und scheidet sich, wenn man den klar vom ungelöst bleibenden Schwefelcadmium abgegossenen Essig mit Soda neutralisirt, wieder als voluminöser weißer Niederschlag aus.

Eisen.

Stahlfabrikation. Ein neues Verfahren zur directen Erzeugung von Stahl aus Roheisen ist von Aristide Bérard erfunden und auf den Werken zu

Givors in Frankreich, sowie durch die Herren Whitley zu Leeds in England eingeführt worden. Dieses Verfahren beruht darauf, daß die unmittelbare Umwandlung von Roheisen in Stahl durch die Anwendung von Gas herbeigeführt wird, welches gleichzeitig als Wärmeerzeuger und als Reagens zur Reinigung des Eisens wirkt, indem es nämlich eine theilweise Reinigung bewerkstelligt, bevor die schädlichen Beimengungen, wie Schwefel, Phosphor, Arsen etc. entfernt werden. Mittels dieses Verfahrens soll es möglich sein aus Roheisen von geringerer Qualität für gewisse Zwecke, z. B. Schienen, Radbandagen etc. sehr gut geeignete Stahlsorten herzustellen; ferner werde durch Anwendung eines Gemisches von Luft und Gas, welches abwechselnd als Oxydations- und als Reductionsmittel benutzt werden könne, der Abbrand auf ein Minimum reducirt, während der Stahlfabrikant es in seiner Gewalt habe, durch Entkohlung und Wiederkohlung mit Sicherheit und nach Belieben verschiedenartige Produkte zu erzeugen. Das System der hierzu nöthigen Apparate endlich gestatte dem Producenten unter den in ökonomischer Beziehung günstigsten Umständen zu arbeiten. Bérard bedient sich zur Ausführung seines Verfahrens eines Gasgenerators mit gepreßtem Winde, weil man bei Anwendung von gepreßter Luft den Vortheil hat, eine Kohlenschicht von solcher Stärke anwenden zu können, daß die in den unteren Zonen anfänglich gebildete und wegen ihrer Unverbrennlichkeit möglichst zu vermeidende Kohlensäure, beim Hindurchstreichen durch die oberen Zonen wieder zu Kohlenoxydgas reducirt wird, was als unerläßliche Bedingung zur Erzeugung eines Gases von guter Qualität bezeichnet werden muß. Bei jedem System erleidet jedoch die Steinkohle, sobald sie in den geeigneten Theil des Generators gelangt, eine anfängliche Destillation; Oel und Theer werden in großer Menge unzersetzt verflüchtigt und in der Gasleitung condensirt, wenn der Gaserzeuger sich in gewisser Enfernung von dem Punkte befindet, wo die Gase zur Benutzung kommen. Bei Anwendung von feuchtem Brennmaterial mischt sich dem erzeugten Gase eine gewisse Menge Wasserdampf bei, welcher der Entwicklung der erforderlichen hohen Temperatur nachtheilig ist. Um nun alle diese Uebelstände zu beseitigen, leitet Bérard die Gase bei hoher Temperatur durch eine Schicht glühender Koks; dadurch werden Theer und Wasserdampf

vollständig zersetzt, von Kohlensäure bleibt im Gasgemisch keine Spur zurück und dasselbe besitzt eine hohe Temperatur, ohne daß es wieder erhitzt zu werden braucht. Um die Production reinen Gases und insbesondere von Wasserstoff zu erhöhen, während das relative Verhältniß des Stickstoffs, als eines werthlosen nicht brennbaren Gases vermindert wird, leitet man in den Generator einen Strom von überhitztem Wasserdampf, welcher gleichzeitig den Abzug der Gase befördert. Bei diesem Generatorsysteme kann das Gas unter Druck beliebig vertheilt und ohne Schwierigkeit auf weite Entfernungen fortgeleitet werden. Das erhaltene Gas ist stets von ausgezeichneter Qualität und frei von Kohlensäure, Wasserdampf und Theer; es ist reich an Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, und enthält nur ein Minimum von Stickstoff. Die Gaserzeugung nach diesem Systeme ist eine sehr ökonomische, indem 1000 Kubikmeter nach Bérard's Angaben nur auf 7 Francs zu stehen kommen. Diese so vollständige Lösung der Gaserzeugungsfrage ist nicht nur für die Verwendung des Gases zu metallurgischen Operationen, wie Umschmelzen des Roheisens zum Feinen, Umschmelzen des gefeinten Roheisens zum Puddeln, Anwärmen der Luppen und Deule u. s. w., sondern auch für zahlreiche industrielle und hauswirthschaftliche Anwendungen derselben von großer Wichtigkeit.

Um nun das in oben beschriebener Weise dargestellte Gas zur directen Umwandlung des Roheisens in Stahl zu benutzen, wird ähnlich wie beim Bessemerproceß in das, aus dem Hohofen oder einem Kupolofen in einen besonders construirten sogenannten Umwandlungsofen abgelassene geschmolzene Roheisen mitels starken Druckes einerseits erhitzte Luft, anderntheils das erhitzte Gas, jedes aus einer besonderen geneigt liegenden Gebläseform eingeleitet. Diese beiden Gebläseformen münden einander gegenüber in den Ofen ein und reichen in divergirender Richtung in das flüßige Metall hinein, so daß sie dem Metall beim Einströmen eine rotirende Bewegung ertheilen, wodurch alle Metalltheile mit dem Gasstrom in Berührung kommen müssen, ein heftiges Aufkochen hervorgerufen und dadurch ein natürliches Puddeln herbeigeführt wird, welches alle Handarbeit erspart. Eine sehr einfache Vorrichtung gestattet das Verhältniß von Luft und vorher gereinigtem Gase, welches mittels starken Druckes in das Bad injicirt wird, während

der Operation abzuändern. Waltet Luft vor, so ist die Wirkung eine oxydirende; wird dagegen die Menge des Gases über eine bestimmte Grenze hinaus vermehrt, so findet Reduction statt; zwischen beiden Endpunkten ist die Wirkung eine neutrale. Während der Oxydation wird die Temperatur wie beim Bessemerprozesse in Folge der Verbrennung des im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffes, Siliciums und Mangans und einer geringen Menge von Eisen bedeutend gesteigert; Schwefel und Phosphor (?) werden in Schwefelsäure und Phosphorsäure umgewandelt, welche sich theils verflüchtigen, theils in die Schlacken gehen. Während der Reductionsperiode wird nur das Eisenoxyd wieder reducirt; die Kieselsäure verbindet sich mit dem Manganoxydul und den übrigen Basen zu Silicaten, welche die Schlacken des Bades bilden. Schwefel und Phosphor bilden mit dem Wasserstoff flüchtige Verbindungen, die nicht gebunden werden. Der Wasserstoff spielt hier eine doppelte Rolle von großer Wichtigkeit. Auf diese Weise wird das Eisen von schädlichen Beimengungen, welche die Qualität des aus ihm dargestellten Stahles benachtheiligen würden, befreit, und der Abgang beträgt nur 7 bis 8 Procent. Der Prozeß beansprucht je nach der Beschaffenheit des verarbeiteten Eisens 1 bis 1 1/2 Stunden. Mittels dieses nur in seinen Hauptzügen kurz geschilderten Verfahrens der Stahlfabrikation läßt sich gewöhnlicher Stahl aus Eisen erzeugen, welches solchen bei Anwenduug der bisher befolgten Methoden nicht liefern würde und der so erzeugte Stahl läßt sich zu zahlreichen Zwecken verwenden, wie Schienen, Radbandagen, großen Schmiedestücken u. s. w. Nimmt man Eisen von besserer Qualität, so erhält man einen ausgezeichneten Stahl, der sich dem besten Werkzeugstahl zur Seite stellen läßt und zwar mit dem wichtigen Unterschiede daß die Kosten des ersteren weit niedriger ausfallen, als die des letzteren. In allen Fällen ist das Produkt ein wirklicher Stahl, welcher sich sehr gut härten und leicht schmieden läßt, eine große Festigkeit besitzt und durch die wiederholten Hitzen, welche er behufs der Formgebung erhalten muß durchaus nicht leidet. Diese Resultate werden ohne Zusatz fremder, oft kostspieliger Körper erzielt; es ist nur die Anwendung eines hinlänglich gekohlten Roheisens erforderlich, dessen Erzeugung stets eine leichte Aufgabe ist. Graues Roheisen No. 1 entspricht dem Zwecke sehr gut.

Ueber die Anwendung der Spectralanalyse bei Bereitung von Bessemerstahl, sowie über die während des Bessemerprozeßes entweichenden Gase sind mehrere interressante und wichtige Mittheilungen bekannt gemacht worden. In Jahrg. III S. 362 gaben wir die Beschreibung des Spektrums der Bessemerflamme nach den Untersuchungen von Lielleg nebst der Mittheilung, daß nach Lielleg die verschiedenen hellen Linien des Spektrums der Kohlenoxydgasflamme eigenthümlich sind. Diese Annahme wurde jedoch von A. v. Lichtenfels bestritten, welcher behauptete, daß die grünen Liniengrupen des Spektrums der Bessemerflamme durch Mangan hervorgerufen werden (s. Jahrg. V S. 316 und Jahrg. VI S. 212) und daß dieses Spektrum nicht als Indicator der Entkohlung beim Bessemerprozesse dienen könne. Die hierdurch scheinbar abgeschlossene Streitfrage ist jedoch nach neueren Forschungen über diesen Gegenstand noch keineswegs erledigt, indem Roscoe die fraglichen Linien als von „Kohlenstoff in einer eigenthümlichen Modification" herrührend annimmt und Snelus wie wir unten sehen werden nachzuweisen sucht, daß sie dem Kohlenoxyd eigenthümlich sind. Nach Roscoe lassen sich in den verschiedenen Stadien des Bessemerprozesses folgende Erscheinungen mit freiem Auge und mit Hülfe des Spectroskopes wahrnehmen:

Zeit in Min.	Freies Auge.	Spectroskop.
(1. Stadium) 0—4	Keine Flamme sichtbar	Schwaches continuirliches Spectrum, von Funken glühenden Metalls herrührend.
4—6	Kleine zugespitzte Flamme	Helles Spektrum mit Natriumlinie-Blitzen.
6—8	Unstäte Flamme mit Explosionen	Spectrum hell, Natriumlinie bleibend, rothe Lithium- und beide Kaliumlinien.
(2. Stadium) 8—10	Helle dichte Flamme	Die vorerwähnten Linien und helle Kohlenstofflinien in Roth, Grün und Blau.
10—14	Flamme nach unten hell aber minder dicht	Die hellen Kohlenstofflinien in Grün deutlicher als zuvor.
(3. Stadium) 14—16	Flamme weniger hell und kleiner	Die Kohlenstofflinien in Grün werden undeutlicher.
16—18	Flamme verschwindet Gebläse wird abgestellt.	Die hellen Kohlenstoffl. in Grün verschwinden plötzlich, das Spectrum ist continuirlich.

Neben diesen Linien zeigt nach Roscoe die Bessemerflamme noch jene von Eisen, Mangan, Wasserstoff und Stickstoff.

Sehr interessante und beachtungswerthe Untersuchungen über die Zusammensetzung der im Bessemerconverter während des Blasens sich entwickelnden Gase hat Georg J. Snelus, Adjunct der königl. Bergschule in London ausgeführt und zwar hauptsächlich, um dadurch die Frage zu lösen, ob diese Linien von Kohlenstoff hervorgerufen werden und welchem Zustande des Kohlenstoffs wir die Entstehung derselben zu danken haben, was von Wichtigkeit ist, indem bereits Dr. Watts nachgewiesen hat, daß der Kohlenstoff in verschiedenen gasförmigen Verbindungen und bei verschiedenen Temperaturen mehrere verschiedene Spectra giebt. Auch wollte Snelus die Frage entscheiden, wie es komme daß — vorausgesetzt die charakteristischen Linien rühren von Kohlenstoff her — das Kohlenstoffspectrum nicht in den früheren Stadien des Blasens wahrzunehmen ist, da doch die Analyse des Metalls unbestreitbar beweist, daß Kohlenstoff von Anfang an in beträchtlichen Mengen verbrennt. Die Resultate, welche sich durch die Analyse der in den verschiedenen Stadien des Bessemerprozeßes entweichenden Gase ergeben, lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Das Gas aus dem Converter während des Blasens.

enthielt:	2 Minuten nach dem Beginne	4 Minuten nach dem Beginne	6 Minuten nach dem Beginne	10 Min. nach dem Beginne	12 Min. nach dem Beginne	14 Min. nach dem Beginne
Kohlensäure	10,71 Pr.	8,67 Pr.	7,80 Pr.	3,58 Pr.	2,47 Pr.	1,34 Pr.
Sauerstoff	0,92 „	—	—	—	—	—
Kohlenwasserstoff	—	—	—	—	—	—
Kohlenoxyd	0,00 „	3,95 „	4,65 „	19,59 „	29,58 „	31, 11 „
Wasserstoff } Stickstoff }	88,37 „	0,88 „	—	0,00 „	—	2, 00 „
		86,50 „	87,55 „	74,83 „	67,95 „	65, 55 „

Aus diesen Analysen geht nun unzweifelhaft hervor, daß in der ersten Periode des Blasens Kohlensäure gebildet wird, mit wenig oder gar keinem Kohlenoxyd, während in der letzten Periode Kohlenoxyd entsteht mit nur Spuren von Kohlensäure. Die Ursache dieser auffallenden Thatsache liegt, wie Snelus vermuthet darin, daß sowohl die chemische Reaktion, als auch die Abweichung der Spectra von dem unter gewöhnlichen Um-

ständen beobachteten Spectrum des Kohlenoxydes Functionen der Temperatur sind. Es ist gewiß, daß im Anfange des Blasens die Temperatur nicht viel höher als Gelbgluth sein kann, während dieselbe am Ende des Blasens unzweifelhaft eine gute Weißglühhitze erreicht. Unter den im Converter obwaltenden Bedingungen ist aber Kohlenoxyd der stabilste Körper bei hoher Temperatur und Kohlensäure der stabilste bei einer niedrigeren Temperatur. Veränderungen in der Temperatur veranlassen Veränderung im Spectrum und man wird wohl finden, daß das Bessemerspectrum oder wenigstens jener Theil desselben welcher vom Kohlenstoff herrührt, einfach das Spectrum des Kohlenoxydes von derjenigen Temperatur ist, bei welcher es im speciellen Falle an der Mündung des Converters verbrennt. Die nachstehende Vergleichung der Zusammensetzung des Gases mit der spectroskopischen Erscheinung liefert hierzu sprechende Belege:

Die Spectraluntersuchung weist nach	Die Analyse des Gases weist nach
Erstes Stadium 0—4. Minute. — Schwaches continuirliches Spectrum. Keine wirkliche Flamme.	Entwicklung von Kohlensäure mit wenig oder gar keinem Kohlenoxyd.
4.—8. Minute. — Es treten Kalium-Natrium und Lithiumlinien auf. Gegen Schluß zuweilen Aufblitzen von Kohlenstofflinien.	Kohlensäure-Entwicklung fortdauernd, mit nur wenig Kohlenoxyd. Temperatur jedenfalls im Steigen und Verflüchtigung von Alkalimetallen verursachend.
Zweites Stadium: 8.—10. Minute. — Dichte Flamme. Helle Kohlenstofflin. in rothem, blauem und grünem Felde.	Entwicklung bedeutender Mengen von Kohlenoxyd, welches an der Convertermündung mit hoher Temperatur verbrennt.
10.—14. Minute. — Helle grüne Kohlenstofflinien deutlicher.	Menge des Kohlenoxydes bedeutend vermehrt.
14. Minute bis zur Beendigung des Blasens. — Kohlenstofflinien hell bis zum Schlusse, wo sie plötzlich verschwinden.	Entwicklung von Kohlenoxyd fortdauernd, bis zu Ende der Reaction.

In Rücksicht darauf, daß nach den Untersuchungen von Snelus schon vom zweiten Stadium an, das aus dem Converter entweichende Gas, abgesehen vom Stickstoffgehalte, fast nur Kohlenoxyd enthält, welches unter gewöhnlichen Umständen nur mit blaß blauer Farbe brennt, muß es auffallend erscheinen,

daß die aus dem Converter aufsteigende Flamme, eine sehr bedeutende, blendende, oft für das ungeschützte Auge kaum erträgliche Helligkeit besitzt. W. Mathieu Williams erklärte die Helligkeit durch die Annahme, daß die Flamme Kohlenwasserstoff enthalte. Snelus dagegen hält diese Annahme für unrichtig, weil es ihm nicht möglich war in dem Gase einen Gehalt von Kohlenwasserstoffen zu entdecken. Er glaubt, daß der Grund des Auftretens einer so hellen Kohlenoxydflamme während des Blasens darin liege, daß das Kohlenoxydgas an der Convertermündung bei einer weit höheren Temperatur und höherem Drucke verbrennt, als wir sie beim Anzünden eines Stromes des kalten Gases erhalten; und nachgewiesenermaßen nimmt die Leuchtkraft einer Flamme zu, wenn dieselbe unter großem Drucke verbrannt wird und auch die Temperatur der Flamme wird hierbei erhöht. Williams anerkennt darin, daß Snelus kein Kohlenwasserstoffgas aufzufinden vermochte, noch keinen Beweispunkt gegen seine Vermuthung, daß der Glanz und die Weiße der Bessemerflamme, namentlich in den letzten Stadien das Prozesses, theilweise von der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen herrühre, Williams hat nie vorausgesetzt, daß man in diesen Gasen Kohlenwasserstoffe finden werde, aus dem einfachen Grunde, weil dieselben oxydirt worden sein müssen, bevor sie die Mündung des Rohres, in welchem das Gas zum Behufe der Analysirung aufgesammelt wird erreichen. Williams tadelt, daß Snelus den Wassergehalt des Convertergases ganz unberücksichtigt gelassen hat. Die Gründe welche Williams zu der Vermuthung veranlassen, daß in der Bessemerflamme Kohlenwasserstoffe brennen, sind folgende: Das sogenannte Kohlenstoffspectrum welches jene Flamme zeigt, sei bei weitem complicirter, als das eigentliche Kohlenstoffspectrum; die Bessemerflamme sei in Bezug auf Farbe und das ganze Ansehen sehr verschieden, von der Flamme, welche durch Verbrennen von bloßem Kohlenstoff unter sonst gleichen Umständen erhalten wird; das Spectrum der Bessemerflamme gleiche überhaupt mehr einem Kohlenwasserstoffspectrum, als einem einfachen Kohlenstoffspectrum; ferner habe diese Flamme genau das Ansehen, wie es diejenige eines künstlichen Gemisches von Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff (z. B. Steinkohlengas), in bestimmtem Verhältnisse der Mischung zeige und endlich seien

im Bessemerconverter während des Blasens die Materialien und die Bedingungen, welche nach der Theorie ein solches Gemisch von Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd ergeben müssen, vorhanden.

Snelus macht noch darauf aufmerksam, daß es keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bereiten würde, das aus dem Converter entweichende Gas durch einfache Mechanismen zu sammeln, unter einen Dampfkessel zu leiten und auf diese Weise zu verwerthen. Zur Beobachtung des Verlaufs des Prozesses sei nur ein kleiner Bruchtheil dieses Gases nöthig, wenn man sich hierzu des Spectroskopes bediene. Nehme man an, daß während der letzten Hälfte des Blasens zwei Drittheile des gesammten im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffs verbrennen und daß das eingeschmolzene Eisen 3 1/2 Proc. Kohlenstoff enthält, so finde man, daß in einer Bessemerhütte, welche nur 1000 Tonnen von solchem Roheisen per Woche verarbeite, eine Quantität von nutzbar zu machendem Brennstoff verloren gehe, welche 23 1/2 Tonnen reinem Kohlenstoff, also circa 25 Tonnen Koks entspricht.

Dr. Thomas Drown hat sich mit der Beurtheilung der Mittel zur Erzielung einer gleichmäßigen Beschaffenheit des Bessemerstahles beschäftigt, er bezeichnet als solche Mittel: die Beschaffenheit der Flamme; die Beschaffenheit der Schlacke; das Spectrum der Flamme und die Untersuchung des Stahles selbst. Betreffs des Spectrums der Bessemerflamme muß es auffallend erscheinen, daß wie auch aus Obigem hervorgeht, ungeachtet so zahlreicher Untersuchungen doch über die Natur der Bessemerflamme und über den praktischen Werth des Spectroskopes, als Anhaltepunkt und Führer bei der Leitung des Prozesses, immer noch so bedeutende Meinungsverschiedenheiten bestehen. Drown behauptet, daß man in Deutschland sehr allgemein annehme, daß die für das Bessemerspectrum so charakteristische Gruppe von dunklen Linien von Mangan herrühre und allerdings lasse sich zu Gunsten dieser Ansicht geltend machen, daß nach den Versuchen von Wedding und v. Lichtenfels, das Manganspectrum dem Bessemerspectrum genau entspreche; dagegen lasse sich nicht in Abrede stellen, daß das Manganspectrum allein dem Bessemerspectrum nicht zu Grunde liegen könne, da man dieselben charakteristischen

Linien eben so deutlich beim Bessemern von englischem Roheisen beobachte, welches im Beginne der Operation nicht so viel Mangan enthalte, wie deutsches Roheisen, nachdem das Frischen des letzteren erfolgt ist und die dunklen Linien aus dem Spectrum vollständig verschwunden sind; und ebenso gewiß sei es, daß das Verschwinden der Linien aus dem Spectrum mit dem Verschwinden des Kohlenstoffs aus dem Eisen zusammenfalle. — Es ist ferner interessant, daß während fast alle Berichte aus Deutschland die Anwendung des Spectroskopes als Wegweiser für das Abstellen des Gebläses empfehlen, man in England das Spectroskop meistens nur als ein Instrument von wissenschaftlichem Interesse betrachtet, welches nicht genauer ist, als die Flamme an sich für das unbewaffnete Auge des erfahrenen und geübten Arbeiters. Dieser Widerspruch findet aber nach Drown in Folgendem eine sehr natürliche Erklärung. In Deutschland dauert nämlich das Blasen weit länger und die Charge geht viel heißer, als in England; diese längere Dauer des Blasens kann nur entweder darin begründet sein, daß im deutschen Roheisen mehr zu oxydiren ist, als im englischen; oder darin, daß die Oxydation langsamer erfolgt. Nun enthält zwar das englische Roheisen gewöhnlich mehr Silicium, das deutsche mehr Mangan, in der Regel auch etwas mehr Kohlenstoff; allein dieser Unterschied ist nicht groß genug um eine bedeutende Differenz in der Dauer des Frischens zu erklären; die Ursache des erwähnten Unterschiedes muß daher in einer langsamer erfolgenden Oxydation zu suchen sein, welche von der Windpressung und der Anzahl und Weite der Formen abhängt. Die Pressung des Gebläsewindes ist in allen Ländern ziemlich dieselbe, dagegen ist die Anzahl und Weite der Oeffnungen, durch welche die Luft in den Converter gepreßt wird, sehr verschieden, und zwar in England bedeutend größer, als in Deutschland, so daß in Folge dessen die relative Menge des der Birne zugeführten gepreßten Windes, während einer gewissen Zeit fast doppelt so groß ist als in Deutschland, und das erklärt, weßhalb die Dauer des Blasens in letzterem Lande eine viel längere sein muß. Selbstverständlich übt diese Thatsache einen wichtigen Einfluß auf den Nutzen des Spectroskopes aus, indem, wenn im letzten Stadium des Prozesses die Oxydation sehr rasch vor sich geht, wie in England, jene charakteristischen Linien aus dem Spectrum

fast augenblicklich verschwinden. Dieses Verschwinden der genannten Linien bildet aber gerade das spectroskopische Anzeichen der vollständigen Entkohlung, respect. der Beendigung des Prozesses; wenn es nun aber so plötzlich eintritt, so ist es kein besseres Anzeichen für die Beendigung des Blasens, als das mit bloßem Auge bemerkbare Zusammensinken der Flamme, womit es coincidirt, und man kann unter solchen Verhältnissen in der That dem Spectroskope keinen wesentlichen, praktischen Nutzen zugestehen. Wenn hingegen wie in Deutschland, die Oxydation verhältnißmäßig langsam erfolgt, so verblassen auch die charakteristischen Linien des Spectrums nur allmälig, so daß dem Beobachter genügende Zeit bleibt, um nach dem Grade der Deutlichkeit dieser Linien, den Grad der Entkohlung und den Moment der Beendigung des Prozesses mit großer Genauigkeit zu bestimmen. Unter diesen Verhältnissen ist dann das Spectrostop von wirklichem praktischen Nutzen. Auch der Umstand, daß in Deutschland die Charge heißer geht als in England, trägt dazu bei, daß in ersterem Lande die Beobachtungen mit dem Spectroskop so befriedigend ausfallen; denn je höher die Temperatur, desto deutlicher zeigt sich das Spectrum in seinen den verschiedenen Stadien des Prozesses entsprechenden Eigenthümlichkeiten. Eine hohe Temperatur im Converter ist überhaupt von Vortheil, namentlich auch deshalb, weil man dadurch die nöthige Zeit gewinnt, um den fertigen Stahl, bevor man ihn ausgießt auf seine Beschaffenheit zu untersuchen. Auf der Königin Marienhütte bei Zwickau, wo man den Prozeß ohne den gewöhnlichen Zusatz von Spiegeleisen oder einer andern Form von Roheisen ausführt, wird das Gebläse abgestellt, sobald das Spectrum anzeigt, daß die Entkohlung eine hinreichend vollständige ist. Dann wird in den Converter ein langer Eisenstab eingeführt, an welchem sich eine Quantität Schlacke anhängt, worin Metallkügelchen zerstreut liegen. Nach dem Herausziehen wird der Stab sofort in kaltes Wasser getaucht, worin er bis zum Erkalten bleibt. Die Metallkügelchen werden von der Schlacke getrennt und dann unter dem Hammer auf ihre Härte und Schmiedbarkeit geprüft. Je nachdem diese Probe genügend ausfällt oder nicht, wird der Stahl entweder, nach hinlänglichem Erkalten in die Gießkanne ausgegoßen, oder der Converter wird wieder aufwärts gedreht und das Blasen noch eine oder

zwei Secunden fortgesetzt. Durch dieses System wird eine vollständige Gleichmäßigkeit des Productes erzielt.

Ueber die Darstellung und die Eigenschaften des hämmerbaren Gußeisens oder schmiedbaren Gußes haben wir wiederholt Mittheilungen aufgenommen (vergl. dieses Jahrb. I S. 285, III S. 366, V S. 323, VI S. 213, VII S. 369). Ferner bemerkenswerthe, namentlich auf die Darstellung bezügliche Notizen hat Dr. C. F. Dürre in Berlin angegeben und wir lassen zur Vervollständigung der früheren Angaben, in Nachstehendem das wesentlichste der Dürre'schen Abhandlung folgen. Zunächst tritt Dürre der ziemlich verbreiteten Ansicht entgegen, daß für den schmiedebaren Guß nur Roheisen von Ulverstone angewendet werden könne; diese Ansicht beruhe auf einem Mangel an Kenntniß der überall zerstreuten, brauchbaren Materialien, die namentlich Deutschland in größerer Menge liefere. Jedes völlig weiße Roheisen von genügender Festigkeit und Reinheit, lasse sich zu schmiedebarem Guß verarbeiten. Zum Schmelzen des Materials dienen gewöhnlich Tiegel, welche 50—100 Pfd. zu fassen vermögen und von denen 1 bis 4 in einem Ofen stehen, welcher einen viereckigen Raum darstellt, dessen Höhe sich zur Seite wie 1½ oder 2 zu 1 verhält und der unten mit einem Rost, oben mit einem beweglichen Deckel abschließt. Unter diesem Deckel führt seitlich ein Fuchs nach einer scharf ziehenden Esse und unter dem Rost befindet sich ein tiefer Aschenfall, zu dem von der Seite her die frische Verbrennungsluft zuströmt. Sehr zweckmäßig ist es, die Lage der Oefen so zu wählen, daß der Rand der oberen Mündung in der Ebene der Hüttensohle liegt und daß der Aschenfall sich nach einer Wölbung unter derselben öffnet. Dann empfindet man im Arbeitsraum nichts von der strahlenden Wärme des Ofens und das Schüren des Feuers, sowie das Herausnehmen der Tiegel findet in der angemessensten und bequemsten Weise statt. Bei größerem Betriebe ist das Einsetzen der Tiegel in Siemens'sche Regenerativgasöfen zu empfehlen. Diese Oefen nehmen bis 18 Tiegel auf, verbrauchen weit weniger Brennstoff, als die gewöhnlichen Tiegelöfen und in denselben bleiben die Tiegel länger gut, weil sie mit dem Brennmaterial nicht in directe Berührung kommen. Das Schmelzen des Roheisens in Schachtöfen oder Kupolöfen ist nicht zu empfehlen, weil hierbei

das Roheisen verunreinigt wird, wenn man nicht Holzkohlen oder möglichst aschenfreie Koks anwendet. Holzkohlen sind aber zu theuer und passende Koks schwer zu bekommen. — Das Formen geschieht sowohl in gewöhnlichem, wie in getrocknetem Sand, wobei man sich gußeiserner Formkasten, wie beim Feingusse bedient. Das Formmaterial muß sehr gut zubereiteter oder schon natürlich qualificirter Sand sein, und darf weder dem Modell, als auch dem Guß selbst sich anhängen. Die Feinheit und gleichzeitig die Lockerheit des Sandes sind Grundbedingungen für das Gelingen. Hat man rohen, fetten Sand, so muß man aus demselben durch Mahlen und Brennen ein feinzertheiltes Material herstellen; oder man verwandelt Flußsand durch Mischen desselben mit lehmigen Boden erst künstlich in fetten Sand, der dann gemahlen und gebrannt wird. — Die Modelle zu dem schmiedebaren Guß unterscheiden sich in Nichts von denen anderer Formereiprozesse und ist zu bemerken, daß bei kleinen Sachen der Einguß mit am Modell angebracht sein muß. Die Modelle selbst müssen der häufigen Wiederholung des Formens wegen von dauerhaftem Material sein und vorwiegend aus Metall bestehen, am besten aus einer leicht herstellbaren, aber harten Legirung, an der sich die feineren Züge nicht so schnell abnutzen. Die Querschnitte der Eingüsse bei kleinerer Waare müssen groß genug sein, um einen lebhaften Guß möglich zu machen und doch zugleich schlank genug, um leicht von den einzelnen Gußstücken abzugehen, ohne deren Ganzheit zu bedrohen. Nach dem Abguße wirft man den Inhalt der Kästen, besonders bei kleinen Stücken durch einen Drahträtter, um in wenig zeitraubender Weise die Gußstücke vom Sand zu trennen. Die völlige Reinigung der ausgelesenen Artikel vom anhängenden Sande geschieht, wenn die Gegenstände weder sehr flach noch sehr lang, also nach allen Richtungen ungefähr gleich sind dadurch, daß man sie in große, rasch gedrehte Trommeln wirft, in welchen sie sich gegenseitig den Sand abreiben. Oder, wenn sich die Gegenstände z. B. wegen ihrer Sprödigkeit nicht in Trommeln reinigen lassen, so werden sie mittels Handarbeit abgerieben oder nach vorgängigem Abwaschen in Wasser, in verdünnter Schwefelsäure gebeizt, wieder abgewaschen und auf heißen Platten in Sägespänen getrocknet. Die so zum Tempern vorgerichteten Gegenstände kommen nun in

die Tempergefäße, Cylinder von circa 12 Zoll Durchmesser und 15 Zoll Höhe mit 1/2 bis 5/8 Zoll starken Wänden und Böden. Diese Cylinder halten 15 bis 20 Operationen aus. Jedes einzelne Stück wird in eine Mischung von gepulvertem frischem Hämatit oder Rotheisenstein mit gebrauchtem sorgfältig eingebettet. Zum Behufe des Einbettens giebt man auf den Boden der Cylinder zunächst eine 1 1/2 Zoll dicke Lage von Eisenerz und legt darauf die erste Schicht Gegenstände, deren Zwischenräume möglichst auf 1/2 Zoll zu reduciren sind. Auch die Hämatitschichten zwischen den Lagen und Gußstücken brauchen nur etwa 1/2 Zoll stark zu sein und den Abschluß macht eine etwa 1 1/2 Zoll dicke Lage, die noch mit Sand bedeckt sein kann. Der Deckel wird dann lose aufgesetzt und das Gefäß mit Kalk signirt, so daß man den Inhalt weiß und danach beim Einsetzen verfahren kann. Größere Stücke setzt man gern in die heißeren Zonen des Ofens, kleinere in die übrigen Räume. — Das Feuern geschieht in der Art, daß man 18—24 Stunden einfeuert, dann 60—80 Stunden Vollfeuer giebt und danach bei theilweise geöffnetem Ofen 24—36 Stunden lang erkalten läßt. Erst dann nimmt man die Töpfe mit Zangen heraus, um sie ganz kalt werden zu lassen. Nimmt man die Gegenstände zu heiß heraus, so erhalten sie nicht die tiefe und angenehm blauröthlich schimmernde schwarze Farbe, die so sehr beliebt ist. — Die Oefen zum Tempern sind gewöhnlich hoch, schrankartig, vorn offen und oben mit einem Gewölbe geschlossen, werden an der Sohle von zwei Feuerungen geheizt, deren Gase dann den ganzen Ofenraum durchstreichen und durch einen Fuchs nach der Esse abziehen. Bei feinen Arbeiten setzt man in den Hohlraum des Ofens oft ein zweites Mauerfutter ein, innerhalb dessen die Cylinder eingefüllt werden, während zwischen denselben und der äußeren Ofenwand die Feuergase aufsteigen. Die Brust der Oefen ist entweder mit eisernen Platten verschlossen oder mit Steinen leicht vermauert. Jedenfalls muß man aber Schauöffnungen zum Beobachten der Temperatur im Innern anbringen. Der Betrieb eines solchen Ofens nimmt nahezu 10 Tage in Anspruch, wenn es sich um die Darstellung mittelgroben Gusses handelt. Die Töpfe werden z. B. am Montag eingesetzt und am selben Tage Abends oder in der Nacht steckt man Feuer an, welches bis Freitag oder Sonnabend stetig ge-

steigert wird, doch selbstverständlich nie bis zum Schmelzpunkte des Roheisens, sondern allerhöchstens bis zu einer deutlichen gelbweißen Glühhitze. Diese Temperatur erhält man mindestens 24 Stunden also etwa Sonntag oder Montag Nacht, wobei dann auch alle Zugänge des Ofens vollkommen luftdicht sein müssen. Dann wird einer geringen Luftmenge Zutritt gestattet, um die Kühlung so zu beschleunigen, daß am Mittwoch dann die vermauerte Vorderseite geöffnet und die Einsätze dem vollen Zutritt der Luft ausgesetzt werden können. Sie dürfen alsdann aber nicht heißer sein, als es die Möglichkeit gestattet, sie sofort herausnehmen zu können, welches unmittelbar zu geschehen hat. Diese Tempermethode hat eine ziemliche Verschwendung an Zeit, Brennmaterial und Anlagecapital im Gefolge. In England bedient man sich dazu schon längst des Siemens'schen Regenerativsystems, das übrigens ebenfalls nicht allen Anforderungen für diesen Fall entspricht. Man hat daher schon daran gedacht, den Ringofen der Ziegeleien für das Tempern von Gußwaaren umzugestalten und anzuwenden. Nach erfolgter Entleerung der Tempergefäße befreit man alle Gegenstände von anhaftendem Oxydpulver und polirt sie in ähnlicher Weise, wie es beim Entfernen des Formsandes geschehen, in Trommeln oder durch einzelne Handarbeit. Wenn sie roh verkauft werden sollen, so sind die Artikel jetzt fertig; oft giebt man ihnen, abgesehen von einer wirklichen Bearbeitung einen Ueberzug von Graphit, Lack oder Zinn und dieses geschieht ebenfalls in Trommeln, nachdem man die Güsse sorgfältig gereinigt und in einzelnen Fällen sogar gebeizt hat. Verzinnung wird z. B. bei Polsternägeln angewendet und durch Rotiren der Nägel in einer heißen, eisernen Trommel mit etwa 1/8 Pfd. Kornzinn auf 50 Pfd. Nägel hergestellt. Diese Ueberzüge haben einen sehr intensiven Glanz und sind vollkommen geschliffen; selbst der einfache Graphitüberzug sieht sehr bestechend aus.

H. Caron bemerkt über das sogenannte krystallisirte oder verbrannte Stabeisen, daß dasselbe namentlich entstehe, wenn man eine Stange von gutem, sehnigem und festem Stabeisen zur saftigen Schweißhitze anwärme, und sie dann, ohne sie mit dem Hammer zu bearbeiten, an der Luft erkalten lasse. Das Metall zeige nachher sowohl Rothbruch als Kaltbruch und auf der Bruchfläche sehr entwickelte krystallinisch blättrige

Textur. Die verbreitetste Ansicht sei nun, daß dieses brüchige, oder wie man es nenne „verbrannte“ Eisen in Folge einer Sauerstoffabsorption entstanden sei. Caron widerspricht dieser Annahme und bemerkt, daß er Eisen in der erwähnten Weise in einem Strome von Wasserstoffgas und eine andere Probe in einem Strome von Stickstoffgas erhitzt und wie beim Erhitzen an der Luft hierbei krystallinisches oder sogenanntes verbranntes Eisen erhalten habe. Von einer Oxydation kann aber im Wasserstoffgas oder Stickstoffgas nicht die Rede sein. Das Krystallinischwerden des Eisens in der Hitze beruhe bloß auf einer durch die Temperatur hervorgetretenen Molekularveränderung. Caron bestreitet ferner die Richtigkeit der allgemein verbreiteten Annahme, daß Eisen in Folge von Schwingungen oder Erschütterungen, denen es ausgesetzt ist oder in Folge des Einflusses der Winterkälte krystallinisch und brüchig werde; er behauptet daß z. B. die Achsenbrüche sich stets entweder durch die schlechte Form der Stücke oder durch die schlechte Beschaffenheit, welche das Eisen schon vor seiner Verwendung hatte, erklären lassen und wenn im Winter mehr Achsenbrüche auf Eisenbahnen und mehr Knochenbrüche bei Menschen und Thieren vorkommen als im Sommer, so könne unbestreitbar die Ursache dieser Unfälle beiderlei Art sehr wohl in der größeren Härte des Bodens und in der Steifigkeit der Gelenke liegen, somit in den stärkeren Stößen, welche die exponirten Theile auszuhalten haben. Dabei berechtige Nichts zu der Annahme, daß die in den gebrochenen Eisenstücken nachgewiesene Krystallisation die Folge einer Temperaturerniedrigung sei. Nur bei Eisen von schlechter Beschaffenheit habe er wahrnehmen können, daß die Zerbrechlichkeit durch Einwirkung der Kälte merklich zunehme. Jedesmal, wenn also ein Eisenstab in Folge einer Erschütterung, einer Belastung ꝛc breche und auf dem Bruche krystallinische Textur zeige, könne man überzeugt sein, daß diese Textur schon vorher vorhanden war. In der Regel war sie die Folge einer fehlerhaften Fabrikation, aber niemals wurde sie durch die mechanische Arbeit oder durch die Kälte veranlaßt, welche das Stück nach seiner Anfertigung auszuhalten hatte.

Eisenoxydul. Nach G. Tissandier erhält man wasserfreies Eisenoxydul, wenn man einen Strom von Kohlen=

säuregas über zum Rothglühen erhitztes Eisen leitet; das Eisen entzieht der Kohlensäure die Hälfte des Sauerstoffs, und indem es sich zu Eisenoxydul oxydirt, wird die Kohlensäure zu Kohlenoxyd reducirt. Am besten verwendet man Bündel von sehr feinen, zu Spiralen gerollten Eisendrähten, die man in ein ziemlich weites Porzellanrohr hineinpreßt; das Porzellanrohr wird zum lebhaften Rothglühen erhitzt und dann die Kohlensäure darüber geleitet. Das so erhaltene wasserfreie Eisenoxydul ist schwarz, glänzend und von krystallinischem Ansehen, es wird vom Magnete angezogen, bleibt an der Luft unverändert; erst nachdem es an der Luft zum Rothglühen erhitzt worden, verwandelt es sich in Eisenoxyd-Oxydul; es löst sich sehr leicht in Salzsäure und Salpetersäure auf, widersteht dagegen selbst beim Erwärmen der Schwefelsäure.

Sogenanntes salpetersaures Eisen. Dieses Präparat dient namentlich in der Seiden- und Baumwollenfärberei zur Hervorbringung schwarzer, blauer und grüner Farben, so wie um die Stoffe beim Färben schwerer zu machen; man erhält es im Handel als eine dunkelbraune ölige Flüssigkeit. Nach E. Lenssen enthält das Präparat nur 1—2 Proc. oft sogar keine Salpetersäure, sondern 18—20 Proc. Eisenoxyd nnd 19 bis 23 Proc. Schwefelsäure; es ist also nicht salpetersaures, sondern in Wirklichkeit schwefelsaures Eisenoxyd; außerdem enthält es auch etwas Eisenoxydul. Zu seiner Darstellung soll man nach Lenssen 18 Thl. Wasser, 6 Thl. concentrirte engl. Schwefelsäure (von 66° B.) und 7 bis 8 Thle. Salpetersäure (von 35° B) mit einander vermischen und in die Mischung allmälig 38 Thle. Eisenvitriol eintragen. Die so erhaltene Lösung wiegt dann durchschnittlich 50° Baumé.

Mangan.

Uebermangansaures Kali und Natron Auf die Wichtigkeit der Mangansäure-Präparate haben wir fast in jedem Jahrg. dieses Jahrbuchs Gelegenheit gehabt aufmerksam zu machen, indem wir theils verbesserte Methoden der Darstellung, theils neuere Anwendung derselben zur Kenntniß unserer geehrten Leser brachten. Auch in diesem Jahre sind wieder einige neue Verwendungen zu verzeichnen. J. H. Koosen empfiehlt

das übermangansaure Kali statt Salpetersäure zur Anwendung in galvanischen Batterien. — Um die desinficirende Wirkung des übermangansauren Kalis bei übelriechenden eiternden Wunden in günstigster Weise zur Anwendung bringen zu können, hat Prof. Böttger vorgeschlagen, Schießbaumwolle oder Collodiumwolle mit einer Lösung von übermangansaurem Kali zu tränken und die so getränkte Schießwolle auf die betreffende Wunde zu legen. Die Schießbaumwolle wird durch das übermangansaure Kali nicht zersetzt und die Wirkung ist eine wahrhaft überraschende, indem nach dem Auflegen solcher mit dem Uebermangansäuresalze getränkter Schießwolle, selbst die stärkst riechende Wunde geruchlos wird. — Auch zum Braunbeizen von weißem Holze ist das übermangansaure Kali schon wiederholt empfohlen worden. Man soll z. B. Möbeln aus Birken- oder Tannenholz leicht das Ansehen geben können, wie wenn sie mit Nußbaum-Fournüren versehen wären, indem man das zu beizende Holz zweimal mittels eines Pinsels mit einer Auflösung von 50 Grammen übermangansaurem Kali und 50 Grammen schwefelsaurer Magnesia in zwei Pfund heißem Wasser bestreicht.

Aluminium.

Chloralum und Chloralumpräparate. Unter diesen Namen sind in neuester Zeit von der Chloralum-Company in London einige Präparate in den Handel gebracht und als ausgezeichnete Desinfectionsmittel empfohlen worden, welche hiernach mit einzureihen sein würden zu den in Jahrg. VI dieses Jahrbuches S. 454 namhaft gemachten wichtigsten Desinfectionsmitteln, wenn nicht A. Fleck nachgewiesen hätte, daß der Werth der Choralumpräparate den Anpreisungen derselben keineswegs entspricht. Nach Fleck empfiehlt die genannte Company; 1) das Chloralum, als sicherstes geruchloses und ungiftiges Desinfectionsmittel zur Desinfection von Latrinen und Schlinggruben, Ställen, Schlachthäusern, Gassenrinnen und Straßenkoth, zum äußerlichen und innerlichen Gebrauche bei Halsleiden, Diphteritis, Scharlachfieber, Blattern ꝛc. Dieses Präparat fand Fleck zusammengesetzt aus: 82,32 % Wasser — 0,15 % Chlorblei — 0,10 % Chlorkupfer —

13,90 % Chloraluminium — 0,42 % Chloreisen, und 3,11 % Chlorcalcium, mit Gyps; dasselbe erscheint als Flüssigkeit und wird in sauber etiquettirten Gefäßen von 1/2 Liter oder 637 Gr. zu 15 Sgr. verkauft. — 2) Chloralum-Powder, als Absorptionsmittel von organischen Verunreinigungen, als Antiseptikum und Adstringens in der Vermischung mit Weizenmehl genossen, sowie als Desinfectionsmittel der Eisenbahnwagen, Schiffe, Aborte, Ställe, Rinnsteine, rc; es ist ein weißes Pulver, wird in sehr schön etiquettirten Blechdosen von 370 Grammen Inhalt für 5 Sgr. verkauft. Dieses Präparat fand Fleck zusammengesetzt aus: 0,72 % Chlorarsen — 0,55 % Chlorblei 0,37 % Chlorkupfer — 52,43 % Chloraluminium — 1,55 % Chloreisen — 11,51 % Chlorcalcium — 0,72 % Gyps und 32,15 % Thon nebst Kieselsäure. — 3) Chloralum-Wool and Wadding, als blutstillendes Mittel und Antiseptikum bei frischen oder eiternden Wunden und Krebsgeschwüren, als Desinfectionsmittel für Särge und Leichen. Ein sauber etiquettirter Beutel von wasserdichtem Gewebe enthält 35 Gr. getrockneter Watte, die vorher mit 9,80 Grammen flüssigem Chloralum oder mit 1,73 Grammen des festen Präparates getränkt und nachher getrocknet worden ist. Nach Fleck ergiebt sich aus obigen Analysen, daß die Chloralumpräparate ganz einfach auf folgende Weise dargestellt werden: Ein kalkhaltiger schwach eisenhaltiger Thon wird mit roher, rauchender Salzsäure übergossen und soweit als möglich gelöst. Die concentrirte, über dem ungelöst gebliebenen Thone geklärte Flüssigkeit wird abgezogen und in Flaschen als „Chloralum" verkauft (der Name ist auf den Gehalt an Chloraluminium zurückzuführen). Der abgeschiedene Schlamm wird sammt der anhängenden Füssigkeit in Bleipfannen eingedampft, eingetrocknet und liefert das „Chloralum-Powder". In das flüssige Chloralum selbst wird Baumwolle oder Watte eingetaucht, damit getränkt, ausgedrückt, getrocknet, um „Chloralum-Wool and Wadding" zu erhalten. Der Arsenik-, Blei- und Kupfergehalt der Präparate ist auf die Unreinheit des angewandten Lösungsmittels (der Salzsäure), sowie auf die Apparate in welchen die Auflösung des Thones erfolgte, zurückzuführen. — Der reelle Werth des Inhaltes der Flasche mit Chloralum, welche zu 15 Sgr. verkauft wird, ist mit 2 Sgr. zu veranschlagen. Der Werth des Chloralum-

Powder für 5 Sgr., ist als eingetrockneter Abfall, nicht höher als 1 Sgr. zu taxiren und die Chloralum-Watte, die für 20 Sgr. verkauft wird, besitzt höchstens einen Werth von 1/2 Sgr. Die Bedeutung des Chloralums im Vergleiche mit anderen Desinfectionsmitteln, ergiebt sich nach Fleck aus nachstehender, durch Versuche ermittelter Zusammenstellung:

Chlorkalk	desinficirt . . .	100,0	Proc.	Fäulnißstoffe.
Aetzkalk	" . . .	84,6	"	"
Alaun	" . . .	80,4	"	"
Eisenvitriol	" . . .	76,7	"	"
Chloralum	" . . .	74,0	"	"
Chlormagnesium	" . . .	57,1	"	"

Die Chloralum-Präparate werden hiernach, betreffs ihrer desinficirenden und klärenden Wirkungen vom Alaun oder der schwefelsauren Thonerde und dem Eisenvitriol übertroffen, so daß sich ihr unverhältnißmäßig hoher Preis in keiner Weise rechtfertigen läßt.

Alaunbereitung. P. Spence in Newton-Heath (England) hat sich nachstehendes Verfahren zur Darstellung von Ammoniakalaun patentiren lassen: Ein unter dem Namen Rodondo Phosphat aus Westindien kommendes und aus Thonerde, Phosphorsäure nebst etwas Eisen bestehendes Mineral wird klein gepocht, mit Kohle in Kalköfen bis zur Rothgluth erhitzt und sodann in kleineren Pfannen mit Schwefelsäure von 1,6 spec. Gew. übergossen. Um das Auflösen zu beschleunigen, wird Dampf in die Mischung geleitet. Die Menge der Schwefelsäure hängt von dem Thonerdegehalte des Minerals ab. Nach stattgehabter Auflösung wird die Flüssigkeit mit Wasser bis zum spec. Gewicht von 1,45 verdünnt und nun in geschlossene Bleigefäße gebracht in welche ein Strom von Ammoniak geleitet wird. Dieses Ammoniak wird durch Destillation der bei der Leuchtgasbereitung mit Steinkohlen entstehenden sogenannten Gaswässer dargestellt und man gebraucht auf je eine Tonne des Minerals, je nach dem Thonerdegehalte 600 bis 900 Gallons des Gaswassers. Nachdem die erforderliche Menge Ammoniak in die mineralische Lösung destillirt worden ist, läßt man diese absetzen, und zieht sie zum Krystallisiren in Bleipfannen ab. Die von dem herauskrystallisirtem Ammoniakalaun getrennten Mutterlaugen enthalten hauptsächlich Phos-

phorsäure mit kleinen Mengen von schwefelsaurer Thonerde Eisenvitriol und schwefelsaurem oder phosphorsaurem Ammoniak und können nach dem Eindampfen oder sonst geeigneter Behandlung zu Düngerzwecken verwendet werden. —

Thon. — Zur Erzeugung einer Porzellanerde von vorzüglichster Beschaffenheit empfiehlt August Lamprecht (Hofapotheker in Bamberg) die im Keupersandstein (Kieselsandstein) häufig vorkommenden Lagen von Thon, Quarz ꝛc. folgender Behandlung zu unterwerfen: Man wählt nur diejenigen Lager im Keupersandstein, welche, im Trockenofen gelinde getrocknet, fast weiß, fein körnig, leicht zerbröckelnd erscheinen und in der hohlen Hand mit Wasser verrieben, nach dem Trocknen auf der Haut ein höchst feines, weißes Pulver zurücklassen, das fettig anzufühlen ist. Alle lettigen, eisen- und kalkhaltigen Beimischungen müssen entfernt werden. Dieses mit Sorgfalt ausgewählte Rohmaterial wird zuerst gepocht, so daß ein gröbliches Pulver entsteht, und hierauf ganz fein auf Mühlen gemahlen. Die gemahlene Masse wird zur Abscheidung der gröberen Theile in einem großen Bottich mit Wasser angerührt und nachdem das Ganze kurze Zeit der Ruhe überlassen war, wird die Flüssigkeit in einen anderen Bottig abgelassen, worin sich die feineren Theile absetzen. Dieser feine Niederschlag wird nun auf einer Mühle, auf je 8 Theile der Masse mit 3 Theilen Thon feinster Qualität von Schnaittabach (Oberpfalz) und 1 Theil vorher calcinirtem, ebenfalls höchst fein geschlämmtem reinem Feldspath ungefähr 1 Stunde lang aufs Innigste vermischt und durch Pressen bis zur Consistenz einer plastischen Masse gebracht, welcher man schließlich noch ½ Proc. Kali zufügt. Die Masse wird dann anhaltend geschlagen und ist nun zur Verarbeitung fertig. Sie ist sehr schön plastisch, steht sehr gut im Feuer und besteht im Durchschnitt aus 70—80 Proc. wasserhaltiger kieselsaurer Thonerde, 8—11 Proc. freier Kieselsäure, 1 Proc. Kali, Magnesia und Kalk nebst Spuren von Eisen und Mangan und einem Rest von unzersetztem Gestein, Quarz, Feldspath ꝛc. — Sie eignet sich weniger zu massigen als namentlich zu ganz dünnen, durchscheinenden Gegenständen.

C. Bischof hat seine werthvollen Arbeiten über die Thone, namentlich in Hinsicht auf die Feuerbeständigkeit derselben (s. Jahrg. VI d. Jahrb. S. 223)

fortgesetzt und sich besonders die Lösung der Frage über die theoretische Werthbestimmung der feuerfesten Thone zur Aufgabe gemacht. Nach ihm kommt es bei Beurtheilung des pyrometrischen Werthes eines feuerfesten Thones aus der Analyse auf zwei Verhältnisse an, die in's Auge zu fassen sind, nämlich: 1) auf das Verhältniß der Thonerde zu den Flußmitteln; 2) auf das Verhältniß der Thonerde zur Kieselsäure. Je mehr Thonerde ein Thon auf 1 Theil Flußmittel enthält, desto mehr schwerschmelzbar ist er, wie andererseits umgekehrt die Feuerfestigkeit eines Thones zunimmt mit der größeren Kieselsäuremenge. Enthält z. B. unter zwei Thonen in gedachter Beziehung der eine mehr Thonerde und zugleich weniger Kieselsäure, so ist dieser nothwendig der strengflüssigere; umgekehrt ist der thonerdeärmere, wie kieselsäurereichere, gleiche oder ähnliche physikalische Eigenschaften vorausgesetzt, unbedingt der leichtflüssigere. Ist bei zwei Thonen das Thonerdeverhältniß zu den Flußmitteln ein gleiches, so ist der relativ weniger kieselsäurehaltige der feuerfestere und umgekehrt. Sind von zwei Thonen die in Rede stehenden Verhältnisse dieselben, so wird im allgemeinen auch das pyrometrische Verhalten der zwei Thone ein gleiches sein. Ist unter zwei oder mehr Thonen bald das eine Verhältniß vorwiegend, bald das andere zurücktretend, so läßt sich durch eine einfache Rechnung ermitteln, welcher der pyrometrisch höher stehende ist. Wie wir im Jahrg. VI dieses Jahrbuches S. 231 f. f. mittheilten, hat Bischof auf Grund der von ihm praktisch ausgeführten, (also durch das Experiment ermittelten) Werthbestimmung der Feuerfestigkeit einer großen Zahl von Thonen, 7 verschiedene Klassen von feuerfesten Thonen unterschieden. Um nun zu prüfen, ob seine Ansichten über die theoretische (also durch Berechnung ermittelte) Werthbestimmung der Feuerfestigkeit der Thone mit den Resultaten seiner praktischen Versuche übereinstimmen, theilt er die aus der chemischen Analyse gewisser, den verschiedenen Klassen angehörender sogenannter Normalthone, sich ergebende chemische Formel mit und berechnet aus diesen Formeln den pyrometrischen Werth der betreffenden Thone.

Als Normalthon der ersten Klasse hat Bischof für diesen Fall den Normalthon No. I von Saarau in Nieder-Schlesien gewählt; die analytische Zusammensetzung desselben ergiebt die

chemische Formel: 16,39 (Al_2O_3, 1,69 SiO_3) + RO;*). Es kommt hiernach auf 16,39 Thonerde 1 Flußmittel (RO) und auf 1 Thonerde 1,69 Kieselsäure. — Die chemische Zusammensetzung von ausgesucht reinen Proben desselben Thones ergiebt die chemische Formel: 19,25 (Al_2O_3, 1,38 SiO_3) + RO; hier kommt auf 19,25 Thonerde erst 1 Flußmittel und auf 1 Thonerde nur 1,38 Kieselsäure. Das letztere Material ist ohne allen Zweifel das bessere in feuerfester Hinsicht; denn in demselben hat die Thonerde nicht allein gegenüber den Flußmitteln, sondern auch gegenüber der Kieselsäure zugenommen. Geht man noch einen Schritt weiter und reducirt die beiden Zahlenwerthe 19,25 und 1,38 auf einen einzigen, durch Division und zwar von letzterem in ersteren, so giebt der hieraus entstehende Quotient eine ganz einfache Norm für die pyrometrische, aus der Analyse eines Thones abgeleitete Werthstellung. 19,25 : 1,38 giebt 13,95. In derselben Weise wird für die Formel des nicht besonders ausgesuchten Normalthons No. I von Saarau als Quotient 9,70 gefunden; denn $\frac{16,39}{1,69} = 9,70$. Die auf solche Art berechneten Quotienten der Normalthone der sieben verschiedenen Klassen ergeben nun folgende Verhältnisse:

Classe des Thons	Name des Normalthones	Chemische Formel	entsprechender Quotient
Ia	Thon N. I von Saarau	16,39(Al_2O_3,1,69SiO_3)+RO	$\frac{16,39}{1,69} = 9,70$
Ib	Derselbe Thon, ausgesucht	19,25(Al_2O_3,1,38SiO_3)+RO	$\frac{19,25}{1,38} = 13,95$
II	Porzellanerde v. Zettlitz (s. Jahrg. VI S. 233)	12,82(Al_2O_3,1,35SiO_3)+RO	$\frac{12,82}{1,35} = 9,49$
IIIa	Thon N. 3 von Saarau (s. Jahrg. VI S. 234)	14,15(Al_2O_3,5,01SiO_3)+RO	$\frac{14,15}{5,01} = 2,82$
IIIb	Thon von Andennes s. Jahrg. VI S. 235)	6,86(Al_2O_3,1,63SiO_3)+RO	$\frac{6,86}{1,63} = 4,21$

*) Die von Bischof aufgestellten chemischen Formeln beziehen sich auf die älteren Atomgewichte der Elemente, wie dieselben in der Tabelle im Jahrg. 1 dieses Jahrb. S. 253 zusammengestellt sind.

Classe des Thons	Name des Normalthones	Chemische Formel	entsprechender Quotient
IV	Thon von Mühlheim (s. Jahrg. VI S. 236)	$5,96(Al_2O_3, 1,51SiO_3)+RO$	$\frac{5,96}{1,51} = 3,95$
V	Grünstädter Thon (s. Jahrg. VI S. 237)	$3,65(Al_2O_3, 1,54SiO_3)+RO$	$\frac{3,65}{1,54} = 2,37$
VI	Thon v. Möndsberg (s. Jahrg. VI S. 238)	$4,41(Al_2O_3, 2,37SiO_3)+RO$	$\frac{4,41}{2,37} = 1,86$
VII	Thon v. Niederpleis (s. Jahrg. VI S. 238)	$3,89(Al_2O_3, 2,37SiO_3)+RO$	$\frac{3,89}{2,37} = 1,06$

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich unverkennbar, daß mit der Abnahme der Feuerbeständigkeit, die Quotienten stets kleiner werden, nur der Thon Nr. 3 von Saarau macht hiervon eine Ausnahme, indem der Quotient desselben auf eine um zwei Klassen tiefere Stellung hinweist. Hier liegen also Ausnahmeverhältnisse vor, die nach Bischof darin bestehen, daß der Thon Nr. 3 von Saarau große Quarzkörnchen, bis zur Größe eines Stecknadelkopfes beigemischt enthält, und daß ein Gehalt an solchen Quarzkörnchen einen Thon schwieriger schmelzbar macht. Wird der Saarauer Thon auf das feinste zerrieben, so daß auch die ihm beigemengten Quarzkörnchen in das feinste Pulver verwandelt erscheinen, so büßt er hierdurch bedeutend an Schwerschmelzbarkeit ein, der Saarauer Thon liefert hiernach den Beweis, daß auch *äußere, physikalische Verhältnisse, eine nicht zu übersehende Rolle betreffs der Schmelzbarkeit eines Thones mitspielen können*; und umgekehrt belehren uns die Normalthone der beiden ersten Klassen, wie Thone von chemisch sehr ähnlicher Zusammensetzung pyrometrisch dennoch einen wesentlichen Abstand zeigen; aber auch hier sind gewisse charakteristische physikalische Verhältnisse maßgebend; der Saarauer Thon Nr. 1 bildet ein festes, dichtes, steinartig, specifisch weit schwereres und wegen seiner dichten Beschaffenheit der Einwirkung der Hitze eher widerstrebendes Material, als die Porzellanerde von Zettlitz, die ein höchst zartes, feines, lockeres, unfühlbares und daher der Einwirkung der Hitze weit mehr Angriffspunkte darbietendes Pulver darstellt. — Jedenfalls giebt aber im Allgemeinen der auf oben mitgetheilte Weise durch

eine einfache Division zu berechnende Quotient nicht allein ein Maß, sondern er bildet das eigentliche Kriterium für die Genauigkeit der Gesammtbeobachtungen, sei es, daß wir dadurch ein korrektes oder ein zu modificirendes Bild erlangen.

Mittels dieses Quotienten kontrolliren sich das analytische und pyrometrische Resultat wechselweise.

Im Anschlusse an diese Studien über die Werthbestimmung der Feuerfestigkeit der Thone wollen wir hier kurz eines Materials gedenken, welches sich durch seine außerordentliche Feuerbeständigkeit auszeichnet, jedoch betreffs seiner Zusammensetzung streng genommen nicht zu den Thonen gehört. Es ist dies das Material, aus welchem die sogenannten Dinassteine, Flintshiresteine oder Quarzziegel dargestellt werden. Zur Anfertigung der englischen Dinassteine dient nämlich ein Sandstein im Neaththale in Südwales, welcher theils als Felsen, theils als Sand vorkommt. Das hellgraue, an den Kanten durchscheinende Gestein, mit dem Bruch des krystallisirten Quarzes, wird nach Bischof mit Ausnahme der zu harten Partien zwischen gußeisernen Walzen zu einem groben Pulver zerdrückt, mit 1 Procent Kalk und einer hinreichenden Menge Wasser gemengt, die Masse in eiserne Formen gebracht und darin auf einer eisernen Unterlage mittelst eines Stempels gepresst. Nachdem die Steine auf der bezeichneten Unterlage künstlich getrocknet worden sind, werden sie während sieben Tagen in heftiger Hitze in Kupolöfen gebrannt und ebensolange abgekühlt. Diese Steine, die auf dem Bruche grobe, unregelmäßige, graulichweise Quarzstückchen von einer hellbräunlich-gelben, feineren Masse umgeben zeigen, wachsen im Feuer, statt zu schwinden. Die Dinassteine zeichnen sich durch ihre äußerste Unschmelzbarkeit aus und sind daher namentlich in Stahlöfen, Schweißöfen, wie an den heißesten Stellen jeglicher Art von Flammöfen, Glasöfen, Porzellanöfen, belgischen und schlesischen Zinköfen ꝛc. unersetzbar; sie leiden zwar auch an einigen Mängeln, indem sie von Flugasche, Metalloxyden, namentlich stark basischer Schlacke begierig angegriffen werden und raschen Temperaturwechsel, wie das auch beim Quarz der Fall ist, nicht vertragen. Beim Aufbewahren müssen sie vor Nässe geschützt werden. Um gute Dinassteine zu erzeugen, ist es nach Bischof nothwendig, daß der Stein im Wesentlichen gleich schwerschmelzbar mit reinem

Quarze sei; daß er in gebrannten Zustande genügende Festigkeit, Dichtigkeit und Continuität besitze und bewahre und daß er schon im lufttrockenen Zustande wenigstens so viel Zusammenhalt besitze, um ihn überhaupt handhaben und unversehrt brennen zu können.

Ultramarin. W. Stein hat interessante Studien über die Constitution des Ultramarins angestellt, um die vielen Widersprüche und Zweifel hierüber zu beseitigen. Namentlich suchte er die Fragen zu beantworten: „Stellt der Ultramarin als Ganzes eine chemische Verbindung dar, und in welchem Verbindungszustande befindet sich der Schwefel desselben?“ Die gewöhnlichste Annahme, daß der im Ultramarin vorkommende Schwefel an Natrium gebunden sei, als einfach, zweifach oder fünffach Schwefelnatrium, erklärt Stein als entschieden unrichtig; ebenso findet sich im Ultramarin keine unterschweflige Säure, sondern nur etwas schweflige Säure, die jedoch für die Constitution des Ultramarins ganz unwesentlich ist; dagegen scheint es Stein außer Zweifel, daß sich der zur Constitution des Ultramarins gehörende Schwefel als Schwefelaluminium in demselben findet. Seine Versuche reines Schwefelaluminium nach verschiedenen Methoden zu bereiten, führten ihn zu dem Resultate, daß das Schwefelaluminium in zwei Modificationen existirt, wovon die eine ein amorphes schwarzes Pulver, die andere eine zusammenhängende farblose oder gelbliche Masse von krystallinischer Beschaffenheit darstellt. Das schwarze amorphe Schwefelaluminium entsteht bei niedriger Temperatur und kann durch Erhitzen bis zum Schmelzen in das gelbliche Schwefelaluminium übergehen. — Die Frage ob der Ultramarin als Ganzes eine chemische Verbindung darstelle, verneint Stein. Schon C. G. Gmelin habe gefunden, daß bei der Darstellung des Ultramarins die Menge der Kieselsäure bedeutend variiren könne, später habe man erkannt daß die Kieselsäure ganz entbehrlich sei. Vergleiche man ferner die verschiedenen vorliegenden Analysen mit einander, so finde man nicht bloß bedeutende Differenzen zwischen der Zusammensetzung des natürlichen und künstlichen Ultramarins, sondern es weichen auch die Zahlen der Zusammensetzung der Produkte aus ein und derselben Fabrik in der Mehrzahl der Fälle so sehr von einander ab, daß man an

eine konstante chemische Verbindung hier nicht wohl denken könne. Ultramarin sei zwar auch kein Gemenge gewöhnlicher Art, sondern er sei nach stöchiometrischen Verhältnissen gemischt. Die blaue Farbe des Ultramarins, welche allein sein charakteristisches Merkmal bilde, sei theoretisch betrachtet unabhängig von der chemischen Zusammensetzung; sie werde nur bedingt durch das optische Verhalten der Mischungsbestandtheile. Vom praktischen Standpunkte aus sei dagegen die chemische Zusammensetzung insofern von äußerster Wirksamkeit, als sie die Entstehung einer eben so schönen, als in gewisser Beziehung dauerhaften Farbe möglich mache. Wo aber im übrigen jene Grundbedingung erfüllt sei, da trete das Blau auf, bei den verschiedensten Materialien. So entstehe Blau, wenn man feinsten Lampenruß in angemessenem Verhältniß mit Milch zusammenrühre, wenn eisenhaltige Thonerde, gallertartig oder trocken, mit Schwefelalkalien zusammengebracht werde, wenn man hinter eine weißlich trübe Glasfläche ein schwarzes Papier halte, wenn man ein Blatt schwedisches Papier mit Schwefelkohlenstoff tränke und zwischen 2 Glasplatten gepreßt auf schwarzes Papier lege u. s. w. Alle diese Beispiele haben nach Stein das Gemeinsame, daß eine weißlich trübe Grundmasse mit einem schwarzen Körper gleichsam optisch gemischt sei und gerade das finde auch beim Ultramarin statt. Der Ultramarin bestehe aus einer weißen Grundmasse, mit welcher schwarzes Schwefelaluminium in molekularer Vertheilung gemengt sei. Die molekulare Vertheilung des Schwefelaluminiums folge aus dem Entstehungsvorgange. Denn jedes Molekül dieser Verbindung werde gebildet inmitten eines Thonmoleküls und zugleich umgeben von drei gleichzeitig entstehenden Molekülen Natron, die, mit Kieselsäure, zu basischem Salze sich verbindend, zusammensintern und die ganze Gruppe einhüllen. Von der Existenz der weißlich trüben Grundmasse, die Stein Ultramarinfritte nennt, könne man sich leicht Ueberzeugung verschaffen, wenn man Thon und kohlensaures Natron, mit Weglassung des Schwefels, in den Verhältnissen des Ultramarinsatzes mischt und bei der Temperatur, wie diesen, erhitzt. Diese Fritte entspricht wirklich der im Ultramarin enthaltenen, indem sie Ultramarin liefert, wenn man sie in Schwefelkohlenstoffdampf zur

Rothgluth erhitzt. Stein weist darauf hin, daß bereits Goethe das Wesen der hier vorliegenden interessanten Erscheinung erkannt habe, indem er schrieb: „Wird durch ein trübes, von einem Lichte erleuchtetes Mittel die Finsterniß gesehen, so erscheint nur eine blaue Farbe, welche immer heller und blässer wird, je mehr sich die Trübe des Mittels vermehrt, hingegen immer dunkler und satter sich zeigt, je durchsichtiger das Trübe wird, ja beim geringsten Grade desselben als schönstes Violett auftritt." Dieser Satz findet nach Stein in der Ultramarin-Praxis seine vollkommene Bestätigung, indem der aus Thonerde, ohne Kieselsäure dargestellte Ultramarin bloß blau, der unter Zusatz eines Kieselsäure-Ueberschusses erhaltene aber röthlichblau ist. Die Thonerde besitzt nämlich offenbar einen höheren Grad von Trübe, als das gewöhnlich im Ultramarin vorhandene Thonerde-Natron-Silicat und wenn dem Thone, neben Flußmitteln, freie Kieselsäure zugesetzt wird, so erhöht sich bekanntlich seine Schmelzbarkeit. Daraus folgt aber, daß die Trübung in einem solchen Falle geringer sein muß. Der verschiedene Grad der Trübung steht also nach Stein in einer unverkennbaren Beziehung zum Ton der Farbe und zwar übereinstimmend mit dem Goethe'schen Satze. — Der weiße Ultramarin enthält eine gewisse Menge von einfach Schwefelnatrium; dieses besitzt, wie bekannt, eine dunkel fleischrothe Farbe, welche dem Blau complementär und daher im Stande ist, dieses auszulöschen. — Der grüne Ultramarin entsteht in jedem Falle aus dem weißen dadurch, daß das Natriumsulfuret in Bisulfuret übergeht, welches gelb gefärbt ist und daher mit dem Blau, Grün bildet. Beim Uebergange des grünen in den blauen Ultramarin, wird das Schwefelnatrium ganz zerstört, so daß also nun das Blau ungehindert zur Erscheinung gelangen kann.

Sehr auffallend ist es, daß man kein Ultramarin zu erzeugen im Stande ist, wenn man zur Darstellung statt Natron, Kali anwendet. Auch hierüber hat Stein Versuche angestellt und gefunden, daß zwar das Kali eine ähnliche Fritte bildet, wie das Natron, aber diese Fritte wird vom Wasser stark angegriffen und vermag daher nicht das von ihr eingeschlossene Schwefelaluminium vor der Zersetzung zu schützen. Die Natronfritte dagegen widersteht der Einwirkung des Wassers ziem-

lich gut und schützt daher auch das von ihr eingeschlossene Schwefelaluminium vor der Zersetzung.

J. N. Braunschweiger macht darauf aufmerksam, daß Ultramarin in etwas feuchtem Zustande Silber schwärzt (durch Bildung von Schwefelsilber), wodurch leicht sehr unangenehme Erscheinungen hervorgerufen werden können. Ein solcher Fall zeigte sich bei einer ansehnlichen Zahl von in Pappe gebundener, mit blauem Glanzpapier überzogener Bücher, bei denen sowohl der Schnitt, wie auch die auf den Decken angebrachten Verzierungen mittels ächtem Blattsilber hergestellt waren. Diese Bücher waren aufeinander gelegt und in einem reinlichen, trockenen, unbewohnten Zimmer aufbewahrt worden. Aber schon nach 24 Stunden bemerkte man, daß die Verzierungen der Bücherdecken, sowie jene Streifen des Schnittes, die unmittelbar an das blaue Papier grenzten, bräunlich, bis schwarzbraun, stellenweise schillernd wurden. Bei genauer Prüfung ergab es sich, daß das benutzte blaue Papier mit Ultramarin gefärbt war, und daß mit Berlinerblau gefärbtes Papier keinerlei nachtheiligen Einfluß auf die Versilberung ausübte. Auch Silberwaaren die in mit Ultramarin blaugefärbtes Papier gewickelt werden, schwärzen sich sehr stark. Man darf daher für solche Zwecke kein Ultramarin haltiges Papier verwenden und um rasch zu erkennen, ob das Blau eines Papieres mit Ultramarin hervorgebracht worden ist, hat man nur nöthig das zu prüfende Papier mit einem Tropfen Salzsäure zu befeuchten; da Ultramarin durch Salzsäure sofort zerstört wird, so entsteht auf mit Ultramarin gefärbtem Papier an der befeuchteten Stelle sogleich ein gelblich weißer Fleck, während Schmalte, Berlinerblau, Indigo unverändert bleiben. Bergblau wird durch Salzsäure unter Aufbrausen sogleich in Gelb verwandelt und Lackmus nimmt eine rothe Farbe an.

Calcium.

Chlorcalcium. Wie wir bereits in Jahrg. VI dieses Jahrbuchs S. 308 mittheilten, ist das Chlorcalcium, wegen seiner Fähigkeit Feuchtigkeit anzuziehen und zurückzuhalten, wiederholt als Zusatz zu dem zum Straßensprengen dienenden Wasser empfohlen worden. In manchen Städten sind die

Staubmassen, die selbst durch mäßigen Wind emporgewirbelt werden nicht allein eine wahre Plage, sondern auch der Gesundheit in hohem Grade nachtheilig. Daß man sich daher in unserer Zeit, wo der allgemeinen Gesundheitspflege eine größere Beachtung zugewendet wird als früher, auch mit der Staubfrage eingehend beschäftigt hat, darf nicht überraschen. Leider haben aber die Versuche, die in verschiedenen Städten ausgeführt wurden, um den Werth der Straßenbesprengung mit Chlorcalcium haltigem Wasser zu ermitteln, nicht zu den gehofften günstigen Resultaten geführt. Im Gegentheil scheint aus denselben mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, daß man nur bei Anwendung von verhältnißmäßig sehr bedeutenden Quantitäten von Chlorcalcium ein merklich günstiges Resultat zu erreichen vermag, daß aber dadurch die Kosten der Straßenbesprengung so außerordentlich bedeutende würden, daß sich wohl keine Stadt zu solchen Opfern entschließen wird, und zwar um so weniger, als jeder Regen sofort das Chlorcalcium wieder wegschwemmt, so daß man die Opfer immer wieder von Neuem bringen müßte. Abgesehen hiervon hat sich ergeben, daß sich beim Besprengen mit Chlorcalciumhaltigem Wasser ein sehr unangenehmer Geruch verbreitet; auch wirkt das Chlorcalcium nachtheilig auf das Leder des Schuhwerks ein und durch das bei Regenwetter in die Flüsse ablaufende chlorcalciumhaltige Wasser, wird das Flußwasser für manche technische Verwendungen verdorben. Man wird sich daher vorläufig wohl mit der Straßenbesprengung mittels reinem Wasser begnügen müssen und jetzt, wo in allen größeren und selbst in vielen Mittelstädten städtische Wasserleitungen eingerichtet werden, läßt sich auch eine reichliche und öftere Straßenbesprengung leichter und mit geringeren Kosten durchführen. Die Wasserwerke dürfen jedoch nicht, wie dies in gewissen Städten geschehen ist von vorn herein zu klein angelegt werden, so daß man gerade zu der Zeit, wo das Wasser zur Besprengung dringend nöthig wird, kein Wasser für diesen Zweck verwenden kann, welcher Fall im Sommer 1872 in Leipzig vorgekommen ist, wo trotz des unerträglichen Staubes die Benutzung der Wasserleitung zur Straßenbesprengung „wegen Wassermangel“ bei Strafe verboten worden war und das Verbot erst wieder aufgehoben wurde, nachdem der Himmel die Straßenbesprengung übernom=

men hatte. Dieser Fall mag für alle diejenigen Städte, welche sich noch mit der Frage der Wasserversorgung beschäftigen, als warnendes Beispiel dienen.

Gyps. Bekanntlich nimmt man gewöhnlich an, daß wenn Gyps beim Brennen einer zu hohen Temperatur ausgesetzt wird, er die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und nach einiger Zeit zu erhärten, wie dies bei gut gebranntem Gypse der Fall ist, verloren habe und nicht mehr fähig sei, Wasser aufzunehmen. Solchen Gyps nennt man „todtgebrannt". Nach F. Schott verhält sich jedoch dieser sogenannte todtgebrannte Gyps nur scheinbar indifferent in Vermischung mit Wasser, indem er das Wasser nicht rasch aufnimmt und sich nicht damit erwärmt. Läßt man ihn aber längere Zeit mit Wasser in Berührung, so erhärtet er; dabei nimmt er, wie schon erwähnt, das Wasser nur langsam auf, erhärtet nur allmälig und erst in einigen Wochen vollständig, und das Product dieser Erhärtung ist im Ansehen bestimmt und zwar zu seinem Vortheil verschieden von dem des gewöhnlichen Gypsgußes. Während dieser letztere, wie bei den Bildgießern und Stuckarbeitern bereitet, stets glanzlos matt und selbst in ganz dünnen Schichten undurchsichtig, also im Ganzen erdig oder kreidig erscheint, so zeigt sich der erhärtete sogenannte todtgebrannte Gyps zwar auch weiß, aber nicht erdig, sondern etwas glänzend und alabasterartig durchscheinend, also vorzüglich geeignet für Kunstabgüsse. Nach Schott existirt keine, auf die Dauer gegen Wasser indifferente Modification des Gypses. Erhitzt man den Gyps über den Punkt hinaus, bei welchem er sein Wasser vollständig abgiebt, so beginnt eine Sinterung desselben; in Folge der Sinterung nimmt er eine größere Dichte und damit einen Zustand an, in welchem er als Pulver weniger Raum ausfüllt, als ungeglühter Gyps. Bei niedriger Temperatur entwässerter, also gewöhnlicher gebrannter Gyps hat ein spec. Gew. = 2,927; natürlicher Anhydrit ein spec. Gew. = 2,960; scharf geglühter Gyps dagegen ein spec. Gew. = 3,195. Hand in Hand mit der Zunahme der Dichtigkeit geht eine zunehmende Trägheit in der Aufnahme und Bindung von Wasser, respective der Erhärtung. Der gewöhnliche gebrannte Gyps bindet das Wasser schon nach wenigen Minuten; der natürliche Anhydrit braucht dazu etwa 18 Stunden, der stark erhitzte oder geglühte Gyps

braucht einige Tage und erhärtet in ähnlicher Weise wie Cement beim Liegen in Wasser. Der geglühte Gyps besitzt daher hydraulische Eigenschaften und Schott nennt denselben eine „hydraulische Modification des Gypses.“ Um den Gyps in diese hydraulische Modification umzuwandeln, muß man ihn auf mindestens 400 bis 500° C. erhitzen. Der hydraulische Gyps nimmt etwas weniger Wasser, nämlich nur 13 bis 18 Proc. auf, als der Zusammensetzung des krystallisirten Gypses, der 20,93 Proc. Wasser enthält, entspricht; er wird jedenfalls praktisch sehr brauchbar sein, nur als Mörtel bei offenem Wasser darf er, wegen seiner Löslichkeit in Wasser nicht angewandt werden.

Zu bemerken ist hierbei noch, daß die allgemein verbreitete Annahme, daß der Gyps in der Glühhitze schmelze, auf einem Irrthum beruht. Selbst bei wiederholten Versuchen im stärksten Glühfeuer erwies sich der Gyps als unschmelzbar.

Der sogenannte Scott'sche Cement. Dieses Product schließt sich in seinen Eigenschaften und seinem Verhalten sehr nahe an den eben beschriebenen hydraulischen Gyps an und ist in neuester Zeit von Friedrich Schott einer sehr eingehenden Untersuchung unterworfen worden. Im Frühjahr 1854 machte der Ingenieurcapitän H. Y. D. Scott die Beobachtung, daß Aetzkalk, in der Rothglühhitze den Dämpfen von brennendem Schwefel ausgesetzt, sich nicht mehr löscht, aber zerrieben und mit Wasser angemacht, hydraulische Eigenschaften zeigt. Das Verfahren seiner Darstellung besteht nach Delesse darin, daß man auf der durchbrochenen Sohle eines Ofens Aetzkalk zum Glühen bringt, während unterhalb dieser Sohle bei möglichst geschlossenen Zügen Schwefel in eisernen Töpfen brennt, so daß die Verbrennungsgase des Schwefels durch den glühenden Kalk ziehen. Das Produkt ist von lichtledergelber Farbe, erhärtet gemahlen und mit Wasser angemacht langsam, aber stark; es wird angeblich in England in großem Maßstabe, namentlich im Militärbauwesen unter dem Namen „Scott'scher Cement“ angewendet. An sich hydraulische Kalksteine sollen einen noch besseren Cement liefern, als gewöhnliche sich fett löschende Kalksteine. Um nun über die Zusammensetzung dieses interessanten Produktes genauen Aufschluß zu gewinnen, suchte Schott dasselbe aus chemisch reinen Materialien auf folgende

Weise zu bereiten. Er füllte in eine Glasröhre von strengflüßigem böhmischen Glase, völlig reinen kohlensäurefreien aus Carraramarmor gebrannten Kalk in kleinen Stückchen ein, erhitzte die Glasröhre mit ihrem Inhalte bis zur eben sichtbaren Dunkelrothglühhitze und leitete nun einen Strom von reinem, getrocknetem schwefligsaurem Gase durch das Rohr. Mit der Ankunft der schwefligen Säure kam der zuerst getroffene Theil des Kalks zum hellen Rothglühen; es trat eine Feuererscheinung ein, die stetig bis zum entgegengesetzten Ende des Rohres vorrückte; dabei wurde die schweflige Säure so vollständig absorbirt, daß während der Dauer des Versuches nicht der leiseste Geruch nach diesem Gase wahrnehmbar war. Der gebrannte Kalk, welcher, aus dem krystallinischen Marmor gewonnen, bekanntlich immer etwas körnig ausfällt, hatte sein äußeres Ansehen so gut wie nicht geändert, das Product war eben so weiß und eben so körnig, aber die Körner zeigten sich unter dem Stempel des Mörsers knirschend hart. Das Pulver, mit Wasser zu einem Brei angerührt, verhielt sich kurz, wie Sand und löschte sich nicht, obwohl merkliche Entwicklung von Wärme eintrat. Nach einiger Zeit jedoch zog die Masse an und der entstandene Kuchen, nach 12 Stunden unter Wasser versenkt, nahm nach acht Tagen eine ganz bedeutende Härte an, ganz wie ein gewöhnlicher guter Cement. Durch Kochen des Pulvers mit concentrirter Salzsäure und Verdünnen mit heißem Wasser wurde eine vollkommen klare Lösung erhalten, ebenso durch Kochen mit einer Lösung von Salmiak, wobei Ammoniak und Schwefelammonium entwich. In verdünnter Salzsäure löste sich das Pulver, selbst bei andauerndem Sieden, nur langsam und zwar unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zu einer von ausgeschiedenem Schwefel etwas milchigen Flüssigkeit. Die chemische Untersuchung dieses dem Scott'schen Cemente völlig analogen, aber von unwesentlichen Beimischungen und von Verunreinigungen freien Productes ergab, daß dasselbe aus Aetzkalk, schwefelsaurem Kalk, etwas Schwefelcalcium und schwefligsaurem Kalk besteht, daß jedoch seine Zusammensetzung eine schwankende ist. Jede Bereitung giebt, je nach Umständen, höchst wahrscheinlich je nach der Temperatur, sehr verschieden gemischte Producte; es schwankt z. B. der Kalkgehalt von 53 bis 66 Proc., der Schwefelsäuregehalt von 24 bis 30 Proc.,

der Schwefelcalciumgehalt von 6 bis 13 1/2 Proc., der Gehalt an schwefligsaurem Kalk von 2 bis 2 1/2 Proc. — Da nun Schott vermuthete, daß dieses durch Ueberleiten von schwefliger Säure über glühenden Kalk gewonnene Product als ein Zersetzungsproduct von schwefligsaurem Kalk betrachtet werden müsse, indem sich bei Berührung von Kalk und schwefliger Säure zunächst schwefligsaurer Kalk bilden werde, so stellte er reinen schwefligsauren Kalk dar und erhitzte diesen in einem Tiegel sehr stark; er erhielt bei genügender Glühhitze eine gesinterte Masse, welche mit Wasser angemacht gleich Scott'schem Cement erhärtete und aus 69,45 Proc. Kalk, — 26,40 Proc. Schwefelsäure, — 2,48 Proc. Schwefelcalcium und 1,67 Proc. schwefligsaurem Kalk bestand, wodurch also die Annahme, daß der Scott'sche Cement lediglich das Zersetzungsproduct von schwefligsaurem Kalk bei hoher Temperatur vorstellt, als erwiesen betrachtet werden darf.

Auf Grund der Thatsachen, daß der Schwefelcalcium-Gehalt des Scott'schen Cementes sehr schwankend ist und daß die hydraulischen Eigenschaften dieses Cementes sich nicht als stärker erweisen, wenn der Schwefelcalcium-Gehalt desselben ein bedeutenderer ist, sondern daß im Gegentheil diejenigen Proben des Cementes, welche nur wenig Schwefelcalcium enthalten, besser sind, kam Schott zu der Ueberzeugung, daß das Schwefelcalcium, betreffs der hydraulischen Eigenschaften, ein ganz unwesentlicher Bestandtheil des Scott'schen Cementes sei, ebenso wie die geringe Menge des darin unzersetzt zurückgebliebenen schwefligsauren Kalks. Die wesentlichen Bestandtheile des Scott'schen Cementes würden hiernach nur schwefelsaurer Kalk in Vermischung mit Aetzkalk sein und in diesem Falle wäre das von Scott angegebene Verfahren zur Darstellung dieses Cements ein weiter und kostspieliger Umweg, indem dasselbe Produkt weit einfacher und billiger durch Glühen von Gyps und Kalk zu gewinnen sein müßte. Einige Versuche, welche Schott zur Bestätigung dieser seiner Annahme ausführte, lieferten ihm den Beweis der Richtigkeit seiner Voraussetzung, indem sie als Resultat ergaben, daß man in der That durch Glühen von Gyps und Kalk einen Cement erhält, dessen hydraulische Eigenschaften allen Anforderungen entsprechen; dabei ist die hydrau-

lische Beschaffenheit an kein festes Verhältniß von Gyps und Kalk gebunden. Die Gemenge von 2 Atomen gebranntem schwefelsaurem Kalk (Gyps) mit 1 Atom gebranntem Kalk, aber auch mit 2 At., mit 3 At., selbst mit 4 At. und sogar mit 6 At. gebranntem Kalk, verhielten sich alle hydraulisch. Durch bloßes Vermischen von gebranntem Gyps und gebranntem Kalk entsteht, selbst wenn man die beiden Körper auf das Innigste zusammenreibt, kein Cement, sondern die hydraulischen Eigenschaften des Gemenges beider Körper entwickeln sich erst, wenn man das Gemenge derselben glüht und zwar ist der Grad der hierbei zur Anwendung gekommenen Glühhitze auf die Hydraulicität des Gemenges von großem Einfluß. Je heftiger und anhaltender die Glühhitze, desto bedeutender wird die Hydraulicität des Produktes, welches dann, besonders wenn man lebhafte Weißglühhitze (höher als der Schmelzpunkt des Roheisens) angewandt hatte, nach dem Erkalten gelblichgrau, stark zusammengesintert, durch und durch krystallinisch erscheint, sich in Berührung mit Wasser nicht mehr löscht, dagegen allmälig erhärtet. Je mehr Kalk das Gemenge enthält, desto heftiger muß es geglüht werden, um die Eigenschaften eines guten Cements anzunehmen. Wenn man, wie oben erwähnt, aus sehr verschiedenen Mischungen von Gyps und Kalk durch Glühen, Produkte gewinnen kann, die sich sämmtlich hydraulisch verhalten, so ist damit noch nicht erwiesen, daß nicht das eine oder andere dieser Gemenge stärkere hydraulische Eigenschaften erhalte, als die übrigen. Hierauf bezügliche Versuche haben ergeben, daß sich ein Gemenge von gleichen Atomen von gebranntem Gyps und Aetzkalk oder in Gewichtstheilen ausgedrückt von 100 Thln. gebranntem Gyps und 41,2 gebranntem Kalk am günstigsten verhält. Ein solches Gemenge besitzt ein spec. Gew. von 3,135 und zeigt die Eigenschaft in hoher Temperatur nicht nur zu sintern, sondern vollständig zu einer, den Tiegel stark angreifenden Masse von 3,317 spec. Gew. zu schmelzen, die so dünnflüssig ist, daß sie sich in einem Strahle aus dem Tiegel ausgießen läßt und nach dem Erkalten hart, von mattem, feinkörnig erdigem Bruche erscheint. Der Unterschied zwischen gewöhnlichem gebranntem Gyps und dem aus Gyps und Kalk bereiteten Cement ergiebt sich am deutlichsten aus der verschiedenen Art der Erhärtung. Rührt man

gewöhnlichen gebrannten Gyps mit Wasser zum Brei an, so bildet dieser bekanntlich nach einigen Minuten unter mäßiger Erwärmung eine zusammenhängende Masse, einen Gygsguß. In Wasser gelegt, erlangt ein solcher Guß keine größere Härte; er erweicht und zergeht vielmehr allmälig. Rührt man dagegen den aus Gyps und Kalk in der beschriebenen Weise dargestellten Cement mit Wasser an, nachdem man ihn vorher zerrieben hat, so zeigt er, vorausgesetzt daß er richtig gemischt und richtig gebrannt war, keinerlei fühlbare Wärmeentwicklung, meist nach einigen Stunden noch keine Veränderung, keinen Zusammenhang; erst nach einem halben Tag oder über Nacht beginnt er langsam abzubinden und läßt sich aus der Form oder Papierkapsel herausnehmen. Der so entstehende Kuchen ist zwar schon sehr zusammenhängend, etwa wie gewöhnlicher Gypsguß, aber noch weich, leicht mit dem Messer zu schneiden nnd ritzbar mit dem Fingernagel. Legt man einen solchen Kuchen in ein Gefäß unter Wasser, so ändert er sich im Ansehen nicht, aber seine Härte nimmt mehr und mehr zu und erreicht zuletzt, wenn auch nicht die Härte des Portlandcements, doch vollauf die Härte eines mittleren hydraulischen Kalks. Wenn die geglühte Masse nicht zu grob, aber auch nicht zu fein zerrieben wird, so nimmt sie beim Erhärten nicht oder unerheblich zu und bildet einen völlig dichten, homogenen, äußerst feinkörnigen, politurfähigen Stein von einem sehr ansprechenden warmen Farbenton zwischen Grau und Gelb. Am härtesten und schönsten wird der Cement, wenn man ihn nach dem Anziehen nicht unter Wasser legt, sondern nur feucht, mit Wasser vollgesaugt erhält, auf eine feuchte Unterlage legt und von oben bedeckt. Je nach Umständen erreicht dieser Cement seine höchste Härte schon nach 3 Tagen, meist erst nach 14 Tagen bis 3 Wochen. Noch länger im Wasser erhalten, fängt die Oberfläche an zu einer schleimig anzufühlenden Schichte aufzuweichen, was von der Löslichkeit des Cements in Wasser herrührt. Zuweilen fangen solche Cemente an, nachdem sie schon eine beträchtliche Härte erlangt haben, zu quellen, sich mächtig auszudehnen und wieder rückwärts in eine leicht zerreibliche Masse zu zerfallen. Während der Erhärtung erleidet der Cement jederzeit eine starke Zunahme des Gewichtes in Folge chemischer Bindung von Wasser, mit welcher die Erhärtung Hand in Hand fortschreitet. Ein Theil

des Wassers scheint fester gebunden, so daß er nur bei der Glühhitze entweicht, ein Theil dagegen ist lockerer gebunden und läßt sich schon bei einer Temperatur bis 250° C. austreiben. Der Theorie nach dürfte ein solcher Cement nicht mehr als 21,1 bis 22,8 Proc. Wasser aufnehmen; der Versuch lehrt dagegen, daß bei guter Beschaffenheit dieses Cementes, während der Erhärtung 29 1/2 bis 33 1/2 Proc. gebunden werden. Der aus gleichen Atomen Gyps und Kalk dargestellte Cement nimmt am meisten Wasser auf und zeigt die größte Erhärtungsfähigkeit, hin und wieder aber auch den Fehler, nachdem er bereits stark erhärtet ist, plötzlich aufzuquellen und zu zerfallen. Dieser Fehler tritt aber nur dann ein, wenn der geglühte und geschmolzene Cement zu fein gepulvert und mit zu viel Wasser angemacht wird. Man darf daher, um ein gutes Resultat zu erzielen, den Cement nur gröblich pulvern, so daß er sich noch deutlich sandig beim Reiben zwischen den Fingern zeigt und beim Anmachen ist ein Ueberschuß von Wasser zu vermeiden. Der aus Gyps und Kalk bereitete Cement ist für eigentliche Wasserbauten, da wo er von Wasser bespült wird, gleich dem hydraulischen Gyps (s. oben S. 315) weniger geeignet, wohl aber kann er da mit Vortheil Verwendung finden, wo man nur mit Feuchtigkeit zu thun hat, und ganz vorzügliche Dienste leistet er als Stuck, wobei ihm sein ansprechender Ton, sein schönes Korn, seine große Festigkeit, Politurfähigkeit, namentlich auch seine Fähigkeit zur Seite steht, alle Farbenzusätze zu vertragen, soweit seine alkalische Reaction nicht im Wege steht. Güsse von gewöhnlichem Gyps, ohne Zweifel auch Mörtelverputz, lassen sich sehr gut mit diesem Cement in dünnen Ueberzügen (etwa 2 Millimeter) gleichsam furnüren. Der Ueberzug wird in diesem Fall besonders hart, haftet fest und blättert niemals ab.

Portlandcement. Friedrich Schott hat interessante Studien über das Verhalten des Portlandcements zu verschiedenen Salzlösungen mitgetheilt. Indem wir auf die hierauf bezügliche, in Dingl. Journal Band 202 S. 434 (Jahrg. 1871) mitgetheilte Originalabhandlung verweisen, begnügen wir uns im Auszug mitzutheilen, daß sich nach Schott guter käuflicher Portlandcement durch Schlämmen in einen unfühlbar feinen und einen grobsandigen Theil trennen läßt; beide Theile besitzen jedoch in der Hauptsache eine übereinstimmende Beschaffenheit.

Der feine Theil nimmt Wasser, mit dem man ihn anmacht, leicht auf und erhärtet rasch; der grobe Theil bäckt mit Wasser nur sehr lose und erst nach Monaten ruhigen Stehens zusammen. Nach den von Schott ausgeführten Analysen scheint der Portlandcement aus 2 Gewichtstheilen trockenem Kalkhydrat und aus 1 Gewichtstheil trockenem Thon bereitet zu sein und die Aufschließung des Thons durch den Kalk, beim Glühen, ist eine vollkommene. Wenn man den Portlandcement statt mit reinem Wasser, in entsprechenden Verhältnissen mit verdünnter Salzsäure, Weinsäurelösung, kalt gesättigter Lösung von kohlensaurem Natron oder kohlensaurem Kali oder kohlensaurem Ammoniak oder Wasserglaslösung anmacht, so erhärtet er rascher und wird fester, als bei Anwendung von reinem Wasser. Ganz besonders günstig wirkt in dieser Hinsicht das kohlensaure Ammoniak, wobei die Kohlensäure dieses Salzes tief in den chemischen Bestand des Cementes eingreift, was daraus hervorgeht, daß der mit kohlensaurem Ammoniak angemachte und erhärtete Cement 9,18 Proc. lösliche Kieselsäure, der nur mit Wasser angemachte und erhärtete dagegen nur 0,883 Proc. solcher Kieselsäure an siedende Kalilauge abgiebt. Von größtem Einflusse auf die Fähigkeit des Cementes, zu Stein zu erhärten, ist der Grad der Zerkleinerung des Cementes; zu grobkörniger Cement von sonst richtiger Zusammensetzung ist unbrauchbar, weil sich die groben Theilchen nicht genügend berühren, um sich mit einander verkitten zu können; derselbe Cement im mehlfeinen Zustande dagegen erhärtet leicht und verwandelt sich in wenigen Tagen in eine steinfeste Masse, weil sich die feinen, eng aneinander liegenden Theilchen genügende Berührungspunkte zur Verkittung zu bieten vermögen. Auch Knapp macht in einer Abhandlung über das Wesen der Hydraulicität der Mörtel und mörtelartigen Erzeugnisse (in Dingl. Journal Bd. 202, S. 513) auf den Einfluß aufmerksam, den der Feinheitsgrad oder das sogenannte „Korn“ eines Cements auf die mehr oder weniger leichte und vollständige Erhärtungsfähigkeit desselben ausübt, überhaupt muß man nach Knapp, um zu einer richtigen Vorstellung über das Wesen der Hydraulicität der Cemente zu gelangen, den eigentlichen chemischen Prozeß der Erhärtung, von dem gleichzeitig stattfindenden mechanischen Prozesse unterscheiden. Der beim Erhärten eines Cementes

zunächst eintretende auf der Aufnahme und Bindung von Wasser beruhende chemische Prozeß, geht zwar der steinartigen Erhärtung immer voraus, aber die steinartige Erhärtung ist keineswegs immer und in allen Fällen Folge der Bindung von Wasser. Nur wenn bei diesem chemischen Prozesse zugleich die mechanische Lagerung und Anordnung der Theilchen so ausfällt, daß sie mit hinreichender Kraft aneinander haften können, wird die Versteinerung möglich sein. Der chemische Prozeß, welcher beim Zusammenbringen der hydraulischen Stoffe mit Wasser sich bethätigt, ist nach Knapp nur die Gelegenheit; der damit eventuel eintretende mechanische Prozeß die wahre und unmittelbare Ursache der Erhärtung. Daher ist es eben möglich, daß der beste Cement, wie oben erwähnt, sich unbrauchbar erweist, wenn er nicht fein genug gemahlen worden; daher wird das Zusammenhaften vereitelt, wenn man den Cement mit zu viel Wasser anrührt oder „verschwemmt“ d. h. durch zu viel Wasser die Cementkörnchen zu weit von einander trennt und erweist es sich so nützlich, namentlich beim Portlandcement, den Wasserzusatz möglichst einzuschränken; daher ist der Hitzegrad beim Brennen des Cements von so großem Einflusse auf die Güte desselben, indem ein bei niedrigerer Temperatur gebrannter Cement aus leichteren Theilchen besteht, die sich sperriger lagern, während der bei hoher Temperatur bis zur Sinterung gebrannte Portlandcement nach der Zerkleinerung ein Pulver bildet, das sich dichter lagert, also mehr Berührungspunkte zur Verkittung findet. Alle diese Thatsachen beweisen, welche große Rolle rein mechanische Verhältnisse bei dem Uebergang eines Cements in den harten Zustand spielen. Gegenüber den mechanischen Bedingungen tritt die chemische Constitution der hydraulischen Materialien stark in den Hintergrund; für die Fähigkeit hydraulisch zu erhärten, steht ihr Werth nicht in erster Linie. Wenn man daher beim hydraulischen Kalk, beim Portlandcement 2c., von der Vorstellung ausgeht, daß ihre Hydraulicität von dem Vorhandensein eines bestimmten Silicates, einer Verbindung der Kieselsäure mit Kalk, Thonerde, Eisenoxyd u. s. w. von bestimmter und fester Constitution bedingt sei und sich bemüht, dieses Silicat aus dem einen oder anderen Material zu isoliren, so haben solche Bemühungen schwerlich Aussicht auf Erfolg. Man hat nur nöthig in Betracht zu ziehen: — welche Ver-

schiebungen in der Zusammensetzung eines und desselben Materials z. B. des Portlandcements möglich sind, ohne dessen hydraulische Eigenschaften zu modificiren oder aufzuheben; wie ferner der Portlandcement beim Erhärten in reinem Wasser höchstens 1/10, beim Erhärtem in einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak 3/4 seines Kalks abgiebt; wie er nach dem Erhärten in der kohlensauren Ammoniak-Lösung über 10mal so viel in Aetzkalilauge lösliche Kieselsäure enthält, als beim Erhärten in Wasser; wie man ferner durch Behandlung dieses Cements mit Mineralsäuren bis zur Ausscheidung von beträchtlichen Mengen von Kieselsäure vorgehen kann, alles dieses ohne die Erhärtungsfähigkeit aufzuheben —, so muß man die Ueberzeugung gewinnen, daß je nach den Umständen sehr verschieden constituirte Silicate sich bei der Erhärtung bilden und im Spiele sind. Die versteinernde Erhärtung eines Cements hängt offenbar nicht sowohl von dem Vorhandensein eines Silicates von ein- für allemal bestimmter Constitution ab, sie ist vielmehr zunächst davon bedingt, daß die in verschiedenen Fällen sich bildenden Silicate verschiedener Constitution alle in der Eigenschaft übereinkommen, allmälig Hydratwasser aufzunehmen und damit in eine steinharte Masse überzugehn. Aber auch dann noch kommt Alles darauf an, ob die Umstände für den mechanischen Vorgang günstig sind oder nicht. Knapp hat mit diesen Erläuterungen jedenfalls einen wichtigen und höchst schätzbaren Beitrag zur Erkenntniß des Wesens der Hydraulicität der Cemente geliefert.

Ueber das Färben von Cementarbeiten hat Frühling einige bemerkenswerthe Mittheilungen gemacht. Setzt man Farbstoffe zur frisch angemachten Cementmasse, so werden dadurch keine reinen Farbentöne hervorgebracht, auch wird die Festigkeit der Cementmasse mehr oder weniger beeinträchtigt. Sehr dauerhafte Färbungen erhält man dagegen durch stereochromische Anstriche. Billige und dauerhafte Anstriche erhält man, indem man den trockenen Farbkörpern ein gleiches Volumen feinst gepulverten (zuvor geglühten und abgelöschten) Chalcedon (Feuerstein) beimengt und diese Mischung mit dünner Kalkmilch angerührt, auf die frischen Oberflächen der Cementarbeiten aufträgt. Noch besser haftet der Anstrich, wenn man der flüssigen Farbe etwas Wasserglas beimengt. Das durchscheinend hellgraue Pulver des gepulverten Chalcedons hat eine so geringe Deckkraft,

daß die Farben durch dessen Beimengung kaum verändert werden. Selbstredend sind nur ächte, gegen Alkalien unempfindliche Mineralfarben hierzu anwendbar. Der Widerstand der Anstriche gegen atmosphärische Einflüsse ist so vollständig, wie der des Cementgusses selbst; ein Ablösen findet nicht statt. Der Ton dieser Anstriche ist sehr angenehm durchscheinend und den ästhetischen Gesetzen der Sculptur und Architectur angemessen. Wandflächen von großer Schönheit erhält man durch Auftragen einer Mischung von feinst pulverisirtem Marmor und Chalcedon zu gleichen Theilen. Dieser Mischung setzt man etwas Chromgrün (Chromoxyd) zu, so daß der Ton desselben schwach zur Geltung kömmt. Das Auftragen des Anstrichs muß stets kurz nach dem Abbinden des Cements geschehen, und die Technik muß so gehandhabt werden, daß möglichst ein einziger Anstrich genügt, um die gewünschte Farbe zu erreichen. Wenn dieser nicht gelingt, so muß der zweite Anstrich mit der in verdünnter Wasserglaslösung vertheilten Farbe gemacht werden. Ein reichliches Benässen der Arbeit während der ersten acht Tage nach der Vollendung ist unerläßlich, um die innigste Verbindung des Auftrages mit der Cementmasse zu erzielen.

Barium.

Schwerspath. Der Schwerspath oder schwefelsaure Baryt hat im natürlichen, wie im künstlich bereiteten Zustande in den letzten Jahren eine immer größere technische Anwendung gefunden. Der natürliche Schwerspath dient als Zusatz zu manchen Mineralfarben besonders zum Bleiweiß, um billigere Sorten zu erzeugen, als Füllstoff bei der Papierfabrikation, als Beimischung zu Kautschukwaaren, Siegellacken und dergl. Die Schwerspathstücke werden um das zu den genannten Verwendungen erforderliche feine Schwerspathpulver zu gewinnen, nach Beringer zunächst sortirt und dann mehrmals auf Mahlgängen gemahlen. Wird eine noch größere Feinheit verlangt, so muß das Schwerspathpulver längere Zeit naß gemahlen und schließlich geschlämmt werden. Weit besser als der natürliche Schwerspath eignet sich als Füllstoff bei der Papierfabrikation der künstlich dargestellte schwefelsaure Baryt, das blanc fixe. Dieses ist außerdem ein vorzügliches Material zur Fabrikation von Glanz=

papieren, für die sich der natürliche Schwerspath nicht eignet; ferner zur Fabrikation von Glanztapeten und zur Kartenpapier-Fabrikation. Die Verwendung des blanc fixe erstreckt sich nicht allein auf die Herstellung von Visitenkarten, sondern die ganze Branche der Papeterie, jeder Carton zum Einschlagen von Taschentüchern, Spitzen, von Weißzeug aller Art, jede feine Glanztapete, ob weiß oder bunt, verdankt dem blanc fixe wenn nicht ihren Ursprung, so doch ihre Ausbreitung, auch die Papierwäsche wird häufig mit blanc fixe präparirt. Nach Beringer ist alles aus natürlichem Schwerspath dargestellte blanc fixe von geringerer Qualität, als das aus kohlensaurem Baryt bereitete.

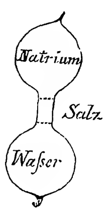
Nach Armand Müller soll phosphorsaurer Baryt ein vorzügliches Mittel zur Conservirung des Holzes sein. Zu diesem Behufe soll man das zu conservirende Holz erst mit einer 7 procentigen Lösung von phosphorsaurem Natron imprägniren und nachdem es wieder trocken geworden, mit einer 13 procentigen Lösung von Chlorbarium. In Folge dieser Behandlung scheidet sich in der Holzfaser phosphorsaurer Baryt ab, welcher das Holz mineralisirt und gleichzeitig bildet sich eine entsprechende Menge von Chlornatrium, welches ebenfalls zur Conservirung des Holzes mit beiträgt, indem es auf die im Holze enthaltenen Proteinstoffe wirkt.

Kalium und Natrium.

Natrium. Schon H. Fleck hat das metallische Natrium als Material zu Zündrequisiten empfohlen (s. Jahrg. V, 1869 S. 343) und die Vermuthung ausgesprochen das die Natriumzündmassen auch für Sprengpatronen anstatt des elektrischen Funkens vortheilhafte Verwendung finden dürften. In neuester Zeit hat sich auch Ferd. Springmühl mit diesem Gegenstande beschäftigt. Nach Springmühl macht die ungemein schnelle Oxydation, welche das Natrium durch die geringste Spur von Feuchtigkeit, sowie in Berührung mit Luft, erleidet, die Verwendbarkeit zu Zündrequisiten in der von H. Fleck vorgeschlagenen Art, abgesehen von einigen Spielereien, unbrauchbar und zwar besonders dann, wenn man wie Fleck angiebt, andere Substanzen zumischt; Springmühl glaubt, daß sich Flecks Versuche nur auf ganz frisch bereitete Präparate bezogen haben

werden; denn nach seinen Versuchen schreite die Zersetzung der Fleck'schen Zündmassen unaufhaltsam vorwärts, so daß nach drei Wochen keines der Zündpräparate mehr gezündet habe. Die Zersetzung der Natrium-Zündmasse sei eine doppelte, indem sie einestheils durch die Luft und besonders durch den Wassergehalt derselben erfolge, da Kautschuk, Lack, Paraffin &c gegen diesen Einfluß der Luft keine genügenden Schutzmittel seien; anderentheils liege der Keim der Zersetzung in den Mischungen selbst, indem sich das Natrium allmälig mit dem in dieser Mischung enthaltenen Schwefelantimon, der Salpetersäure des Salpeters, ja selbst mit dem Kautschuk des Ueberzuges zersetze. Springmühl glaubt daher, daß mit Natrium dargestellte Zündrequisiten niemals eine praktische Verwendung finden werden, besonders, da sie nicht allein unhaltbar, sondern auch feuergefährlich und theuer seien. — Dagegen glaubt Springmühl, daß das Natrium zu Sprengzwecken, besonders zu Sprengungen unter Wasser von Werth sei und empfiehlt dazu die beistehend (s. Fig. 33) abgebildete Zündpatrone. Dieselbe besteht aus zwei durch eine verhältnißmäßig starke Glasröhre verbundenen Glaskugeln, von denen die eine in kleine Stückchen zerschnittenes Natrium enthält, während die andere vor der Benutzung mit Wasser theilweise gefüllt wird. Die Verbindungsröhre ist mit einem geschmolzenen Salze ausgegossen, trennt also die beiden Kugeln vollständig von einander. Diese Patronen lassen sich, so lange kein Wasser eingefüllt ist, völlig gefahrlos versenden. Um die zur Aufnahme des Wassers bestimmte, mit einer kleinen offenen Spitze versehene Kugel mit Wasser zu füllen, hat man nur nöthig sie schwach zu erhitzen und die Spitze in Wasser einzutauchen, welches während der Abkühlung der Kugel eingesaugt wird. Auch das Natrium wird durch eine solche Füllspitze in die Natriumkugel eingefüllt, sodann wird diese Kugel etwas erhitzt und gleich die Füllspitze zugeschmolzen, wodurch in der Natriumkugel ein luftverdünnter Raum entsteht. Wird dann eine solche Patrone umgekehrt, d. h. mit der Wasserkugel nach oben in ein Bohrloch eingesenkt, so löst das Wasser die absperrende Salzschicht und stürzt nach Auflösung derselben in den luftverdünnten Raum der Natrium-

Fig. 33.



kugel, wodurch in Folge der rapiden Wasserstoffentwicklung, die Explosion eintritt. Die Wirkung soll sehr kräftig sein. Bei Sprengungen unter Wasser ist die Wasserkugel entbehrlich, indem man dann nur eine Natriumkugel (s. Fig. 34) herstellt, die in ein dickes, durch eine Salzschicht abgeschlossenes Glasrohr ausmündet und dieses Glasrohr mit einer zugeschmolzenen Spitze versieht. Beim Gebrauche bricht man die Spitze an der Salzschicht ab und bringt die Patrone an ihren Bestimmungsort unter Wasser, worauf nach Lösung der Salzschicht, wie im ersten Falle die Explosion erfolgt. Ganz besonders gute Dienste sollen diese Patronen beim Eissprengen leisten. Zu diesem Behufe wird die Patrone durch ein Bohrloch im Eise etwas zur Seite geschoben; die Explosion erfolgt dann ohne Knall, stets zur berechneten Zeit.

Fig. 34.



Dr. A. Reiche welcher die Versuche von Springmühl wiederholt hat, bestätigt daß die Springmühl'schen mit Natrium gefüllten Glaskugeln unter Wasser mit genügender Heftigkeit explodiren, um jede Eisdecke zu sprengen; dieselben zeigen einen um so größeren Effect, je verdünnter der Raum in der Kugel ist (d. h. je schneller das Wasser nach Auflösung der Salzschicht hineinstürzt) und je feiner vertheilt das Natrium ist; dagegen wird nach Reiche bei Glaskugeln der theoretisch berechnete Effect niemals erzielt, weil die schwache Kugel eher explodirt, als alles Natrium zur Wasserzersetzung gelangt ist; daher muß man nach Reiche eine Umhüllung wählen, welche dem Drucke des im ersten Augenblicke sich entwickelnden Gases einigen Widerstand zu leisten im Stande ist. Alsdann wird durch den erhöhten Druck im Innern des Apparates die Temperatur so bedeutend erhöht, daß fast alles fein zertheilte Natrium zur Wirkung kommt und die Explosion erfolgt erst in dem Augenblicke, wo der innere Druck die Cohäsion der Umhüllung überwindet; eine Art von eisernen Patronen würde jedenfalls den gewünschten Zweck am besten erfüllen und man könnte bei diesen ganz dieselbe Einrichtung beibehalten, wie bei den Springmühl'schen Glaspatronen. Oder man nimmt kleine eiserne oder zinkene Rohrstückchen von nicht zu starker Wandung, taucht das eine Ende in ein geschmolzenes Salz, so daß die Oeffnung verschlossen wird, bringt durch die andere das unter der Luft-

pumpe mittels einer einfachen Vorrichtung an der Stopfbüchse der Glocke fein zerschnittene Natrium hinein, etwas dünnes Kupferblech darüber, um ein Herausfallen des Metalls zu verhüten und taucht nun das noch offene Ende ebenfalls in Salz, läßt dieß erstarren und verschließt die so vorbereitete Patrone beiderseits durch aufgelöthete oder aufgeschraubte Eisenkapseln, welche mäßig große Oeffnungen enthalten.

Staßfurter Kalisalz-Industrie. (vgl. Jahrg. I v. 1865, S. 316 u. Jahrg. II v. 1866, S. 223) Theodor Becker giebt in Dingl. Journal, Band 203 von 1872, S. 194 einen umfaßenden Bericht über einige in Staßfurt übliche Methoden zur Gewinnung der verschiedenen Erzeugnisse, namentlich über die Chlorkalium-Darstellung. Da diese Abhandlung sich nicht gut im Auszuge wiedergeben läßt, so müssen wir uns damit begnügen, auf dieselbe aufmerksam zu machen. — Nach Michels wurden im Jahre 1870 von Staßfurt an Düngesalzen und Fabrikaten der chemischen Fabriken (excl. Steinsalz und Lecksteine) versendet:

	2,036,827	Ctr.	gegen 1,264,200 Ctr. im Jahr 1869, also Zuwachs = 61 Proc.
Davon sind:			
	960,055	Ctr.	Fabrikate der chemischen Fabriken für technische Zwecke (Chlorkalium, schwefels. Kali, Kieserit, Chlormagnesium, Bittersalz, Glaubersalz).
	83,000	„	Carnallitrohsalze direct von den Salzwerken an Fabriken und Gewerbe.
also	1,043,055	Ctr.	für gewerbliche Zwecke
	993,772	„	für die Landwirthschaft zu Düngzwecken
Summe	2,036,827	Ctr.	wie oben
Von den:	1,043,055	Ctr.	für gewerbliche Zwecke gingen:
	557,055	„	in's Ausland via Hamburg, Bremen und Lübeck (England, Amerika, Schweden, Dänemark, Rußland, Frankreich, Italien und Spanien).
	403,000	„	blieben im Inlande, nebst Oesterreich, Niederlande und Nordfrankreich.

Der gesammte Export betrug:

	825,039	Ctr.	
davon ab obige	557,055	„	für technische Zwecke
bleiben	267,984	Ctr.	für Düngesalz-Export incl. Kainit
da im Ganzen	993,772	„	Düngesalze versendet worden sind und davon der Export betrug:
	267,984	„ „	so blieben im Inlande (incl. Oesterreich, Niederlande und Nordfrankreich)
	725,788	Ctr.	Düngesalze.

Der Versandt der gesammten 2,036,827 Ctr. vertheilt sich wie folgt:

825,039	Ctr.	Export via Schönebeck-Hamburg, Bremen und Lübeck
477,511	„	blieben in der Provinz Sachsen und in Anhalt
118,087	„	gingen nach dem Königreich Sachsen und nach Oesterreich
205,105	„	gingen nach der Provinz Schlesien und Posen
70,397	„	„ „ „ „ Brandenburg
93,532	„	„ „ „ „ Pommern u. Preußen
38,743	„	„ nach Braunschweig, Hannover und Oldenburg
161,492	„	gingen nach der Rheinprovinz, Westphalen incl. Nordfrankreich und Niederlande
19,874	„	gingen nach Hessen Thüringen 2c.
4,300	„	„ „ Baden
4,720	„	„ „ Bayern
18,027	„	„ „ Meklenburg, Schleswig-Holstein 2c.
Summa 2,036,827	Ctr.	wie oben.

Die Gesammtförderung der beiden Salzwerke (des Köngl. preußischen und herzgl. anhaltischen) betrug im Jahre 1870:

	5,376,356 Ctr.	Kalisalze (Carnallite)
	405,553 „	Kainite und harte Salze
in Summa:	5,781,909	

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, welche Bedeutung die Staßfurter Salzindustrie schon erreicht hat.

Eine der Staßfurter ganz analoge Lagerstätte von Kalisalzen soll vor 2 Jahren in Kalutz in österreichisch Galizien entdeckt worden sein, und es sollen gegenwärtig dort täglich 81100 Kilogramme Chlorkalium producirt werden.

Sodafabrikation. In der Fabrikpraxis wird bei Anwendung des Le Blanc'schen Verfahrens bei Weitem nicht das Ausbringen an Natron erzielt, welches nach der Berechnung erzielt werden sollte; es finden also Verluste an Natrium statt; diese Verluste können durch mehrfache Ursachen veranlaßt werden: 1) durch Verflüchtigung von Natrium im Sodaofen; 2) durch die in Folge unvollkommenen Auslaugens in den Sodarückständen gebliebenen löslichen Natronsalze; 3) durch in den Sodarückständen enthaltene unlösliche Natriumverbindungen; 4) durch die mit den Flüssigkeiten und den Salzen in den Fabrikräumen auszuführenden Manipulationen. A. Scheurer-Kestner hat diesen Gegenstand einer genaueren Prüfung unterzogen und ist dabei zu dem Resultate gelangt, daß während

der Schmelzung im Sodaofen keine Reduction von Natronsalzen zu Natrium unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindet, und daß daher kein Natrium durch Verflüchtigung verloren geht; dagegen rühren die Verluste an Natrium zum größten Theile von der Entstehung unlöslicher Natriumverbindungen her, über deren Natur und Zusammensetzung man noch nichts weiß; diese unlöslichen Natriumverbindungen bleiben in den Sodarückständen, und ihre Menge scheint nicht viel unter 5 Proc. zu betragen, zuweilen aber noch größer zu sein.

Wasserglas. Nach Eduard Siegwart hat zwar schon im Jahre 1520 der Pater Basilius Valentinus zur Darstellung und Verwendung des Wasserglases werthvolle Notizen aufgezeichnet; seine technische Bedeutung hat jedoch das Wasserglas erst durch die bekannten Arbeiten von J. N. v. Fuchs in München erlangt. In neuester Zeit wird fast ausschließlich nur Natron-Wasserglas dargestellt. Die Fabrikation desselben ist einfach. Ein gutes Produkt wird z. B. nach folgender Vorschrift gewonnen: 100 Theile Quarzmehl, — 65,75 Theile calcinirtes Glaubersalz, — 17,14 Thle. Soda und 3,52 Thle. Holzkohle werden zunächst jedes für sich möglichst fein gepulvert und dann äußerst sorgfältig gemengt, wodurch man im Stande ist, die Schmelzzeit um ein Bedeutendes abzukürzen. Das Gemenge wird im gewöhnlichen Glasofen in neuen Häfen eingeschmolzen. Auf einigen Fabriken bedient man sich eigens dazu hergestellter Ofen und Häfen. Erstere unterscheiden sich meistens nur durch ihre geringere Größe von gewöhnlichen Glasöfen, letztere dagegen haben eine sehr vortheilhafte Einrichtung. Sie sind nämlich dicht oberhalb des Bodens mit einer Oeffnung versehn, durch welche das Wasserglas nach vollständiger Schmelzung mit Leichtigkeit und rasch aus dem Hafen entfernt werden kann. Während des Schmelzens wird diese Oeffnung mit einem gußeisernen hohlen Pfropf, durch welchen ein Strom kalten Wassers circulirt und so ein Schmelzen desselben verhindert, zugestopft. Das Produkt der Schmelze läßt man in kaltes Wasser fließen; die erkalteten Stücke werden zerschlagen, wohl auch gemahlen und in siedendem Wasser auf bestimmte Concentration aufgelöst. Das Wasserglas bildet durchsichtige Brocken von grün oder gelblich gefärbtem Aussehen. Ein Glas aus einer rheinischen Hütte bestand nach Siegwart

aus 100 Theilen Kieselsäure und 38,72 Theilen Natron und löste sich in reinem Wasser rasch und vollständig zu einer klaren Flüssigkeit auf. Salze der Alkalien fällen aus der Wasserglaslösung nach und nach eine Gallerte aus, welche nahezu die Zusammensetzung des Wasserglases besitzt; ähnlich wirkt Alkohol, welcher reines Wasserglas aus der Lösung niederschlägt, während etwa vorhandenes freies Alkali gelöst bleibt. — Die Säuren, selbst Kohlensäure scheiden aus dem Wasserglase die Kieselsäure aus; diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß man bei der Fabrikation von Wasserglas in der Wahl des Wassers so vorsichtig sein muß, und nur ganz reines Wasser mit Vortheil verwenden kann. Gießt man Essigsäure in eine Lösung von Wasserglas, so erhält man sofort eine weißliche Gallerte, welche bald eine krystallinische Structur annimmt; gießt man dagegen eine Wasserglaslösung in Essigsäure, so entsteht erst nach einiger Zeit eine stark opalisirende Masse, welche nach dem Auswaschen und Trocknen so hart wird, daß sie Glas ritzt; es ist dies eine, den im Mineralreiche vorkommenden Opalen ähnliche Verbindung. — Ueber verschiedene Reactionen des Wasserglases hat auch F. A. Flückiger interessante Mittheilungen gemacht: Nach Flückiger besitzen die im Wasser am reichlichsten löslichen Salze des Kaliums, Natriums, Lithiums und Ammoniums das Vermögen, aus concentrirter Wasserglaslösung Kieselsäure (s. unten) abzuscheiden. Flückiger benutzte zu seinen Versuchen eine fast ganz neutrale Lösung von käuflichem Wasserglase von 1,392 spec. Gew. Nach ihm zersetzt Salmiaklösung (1 Salmiak in 8 Wasser) selbst noch sehr verdünnte Wasserglaslösungen von nur 2 Proc. Gehalt an Silicat, bei gelindem Erwärmen. Aetzammoniak von 0,921 spec. Gew. scheidet aus der Wasserglaslösung von 1,392 spec. Gew. in der Kälte Kieselsäure aus, welche sich beim Erwärmen wieder auflöst. 6—8 Theile der Wasserglaslösung mit 1 Theil Ammoniak versetzt und auf 30°C. erwärmt, bilden eine klare Flüssigkeit, die sich schließlich bei gewöhnlicher Temperatur in 2 Theile theilt. Von diesen enthält die obere leichtere Schicht reichlich Salzsäure und Schwefelsäure und giebt das Ammoniak leicht ab, die untere Schicht ist von Sulfaten und Chlorüren fast ganz frei. Beim Eindampfen hinterläßt letztere das reinste farblose Glas, welches mit Kali gekocht, Ammoniak

entwickelt, offenbar von einem Ammoniumsilicat herrührend. — Kalt gesättigte Lösungen von Bromkalium und Chlorkalium zersetzen das Wasserglas in der Wärme, dagegen nicht in der Kälte; eine kalt gesättigte Glaubersalzlösung wirkt auch in der Wärme nicht zersetzend, während eine warm gesättigte Lösung eine Fällung verursacht. Natronsalpeter in 1 Theil Wasser gelöst fällt die Wasserglaslösung sogleich. Auch ein Tropfen von Brom, eine Blase von Chlorgas, ein Tropfen von Buchenholzkreosot oder Carbolsäure (gelöst in Glycerin), verdünnte Eiweißlösung, Leimlösung scheiden Kieselsäure aus der Wasserglaslösung aus. Vom arabischen Gummi ist längst bekannt, daß es die Zersetzung der Wasserglaslösung herbeiführt und aus derselben Kieselsäure ausscheidet. Zucker, Dextrin,' Glycerin, Harnstoff und verschiedene andere leicht lösliche Substanzen zersetzen das Wasserglas nicht. Da nun manche der praktischen Anwendungen des Wasserglases auf der Ausscheidung von Kieselsäure beruhen, so würden, wie Flückiger glaubt, bessere Resultate erzielt werden, wenn man gleichzeitig Salmiak, oder Chlornatrium, mit in Anwendung bringen würde, wenn man also z. B. Flächen, die man verkieseln will, abwechselnd mit Wasserglas und Kochsalzlösung behandeln würde. — W. Heintz macht darauf aufmerksam, daß die Niederschläge, die in einer Wasserglaslösung durch die Lösungen der Salze der Alkalien entstehen, nicht wie Flückiger angibt, reine Kieselsäure sind, sondern daß dieselben die dem Wasserglase entspechende Zusammensetzung haben. Durch die Lösungen der Salze der Alkalien und selbst durch Aetzammoniak wird also in einer Wasserglaslösung nicht ein Niederschlag von reiner Kieselsäure hervorgerufen, sondern es wird das Wasserglas als solches in einem sehr reinen Zustande ausgefällt; nur die Ammoniaksalze machen hiervon eine Ausnahme, indem der durch diese erzeugte Niederschlag, wie auch Siegwart nachgewiesen hat, zugleich Ammoniak chemisch gebunden enthält.

In neuester Zeit wird das Wasserglas als Mittel zum Waschen der Wolle empfohlen. Zu diesem Zwecke löst man 1 Theil möglichst neutrales Wasserglas bei 56 bis 62° C. in 40 Theilen Wasser auf, legt die Wolle einige Min. lang hinein und verarbeitet sie ein wenig mit der Hand. Alsdann spült man dieselbe mit kaltem oder lauem Wasser aus

und erhält eine Wolle so vollständig rein weiß und so total geruchlos, wie man sie bei Anwendung von Soda und Seife kaum gewinnt. Die Wolle bleibt auch nach dieser Wäsche vollständig weich, leidet überhaupt durch dieselbe nicht im Geringsten an Qualität, selbst wenn sie mehrere Tage in der Wasserglaslösung liegen bleibt und dann erst mit warmem Wasser ausgespült wird. Man kann auf diese Weise nicht allein die Wolle sehr rasch waschen, indem man sie in Körben oder Netzen einige Male in einer warmen Wasserglaslösung auf und ab läßt und dann mit klarem Wasser wieder spült, sondern auch die Schaafe werden sehr leicht und schnell schneeweiß, wenn man sie, nachdem man ihnen die Augen durch Verbinden geschützt in einem Behälter mit obiger Lösung von 56 bis 62⁰ C. Wärme eine Minute wäscht und dann mit reinem Wasser abspült. Solches neutrales zum Waschen geeignetes Wasserglas kann von v. Baerle & Comp. in Worms bezogen werden. Eine Hauptbedingung zum Gelingen ist, daß die Temperatur der Wasserglaslösung nicht unter 56⁰ sinkt. — Auch zur Seifenfabrikation ist das Natronwasserglas empfohlen worden, worüber das Bemerkenswertheste an passender Stelle mitgetheilt werden wird.

Glas. E. Siegwart wirft den Chemikern vor, daß sie keinen Industriezweig so stiefmütterlich behandeln wie die Fabrikation des Glases; es erscheint ihm dies um so unerklärlicher, als doch gerade das Glas ein unersetzliches Material für die verschiedenartigsten chemischen Geräthschaften ist, nicht zu gedenken der Unentbehrlichkeit desselben für die Optik und für wirthschaftliche Zwecke aller Art. Gewiß verdient daher, wie Siegwart sich ausdrückt, das Glas und dessen Technik mehr wissenschaftliche Aufmerksamkeit, als ihm bisher geschenkt wurde und deßhalb sieht sich Siegwart veranlaßt, selbst auf diesen Gegenstand einzugehen. Mit der Erörterung der Frage über Zeit und Ort der Erfindung des Glases beginnend, ist es unzweifelhaft, daß die Entdeckung des Glases in's hohe Alterthum zurückgeführt werden muß. Ob es Phönicien oder Phrygien ist, dem wir dieses schöne Produkt verdanken, oder ob wir noch Jahrhunderte hinter diese Zeitrechnung zurückgehen und diese Erfindung in jene Zeit versetzen dürfen, wo die Menschheit das Feuer entdeckte und die Einwirkung desselben

auf die Naturkörper und auf die ersten künstlichen Thonsteine beobachten konnte, ist eine schwer zu lösende Frage. Siegwart fühlt sich zu der zuletzt ausgesprochenen Möglichkeit hingezogen, indem schon Tubalkain, Sohn von Sella und Lamech, geboren 3870 vor Christi Geb. sehr geschickt war im Schmelzen von Eisen und Erz, nach anderen Uebersetzungen, im Bearbeiten von Eisen und Kupfer. Wie dem auch sei, das Feuer, sowie auch die Fabrikation einiger Metalle in thönernen Oefen war entdeckt und hierbei mußten sich nothwendiger Weise Schlacken bilden, glasige Schmelzprodukte, welche die Aufmerksamkeit der Arbeiter auf sich lenkten. Wie bekannt, schreibt Plinius die Erfindung des Glases den Phöniciern zu, welche sich am Ufer des Belus (jetzt Narhr-Halou) ihr Essen zubereiteten. In Ermanglung von Bausteinen benutzten sie, um einen Feuerherd zu construiren, Stücke von Nitrum (eine Art unreiner Soda) und machten darin ein Feuer an. Die Soda schmolz bald durch die Hitze des Feuers zusammen und verband sich mit dem feinen Ufersande des Belus zu Glas. Diese Erzählung darf man nach Siegwart nur unter die Zahl jener Märchen versetzen, womit griechische Schriftsteller, welche Plinius stellenweise copirte, die Lücken der Geschichte ausmalten. Wer jemals in einer Glashütte gewesen und die Hitze gefühlt und gesehen hat, welche nothwendig ist, um selbst das weichste Glas in Fluß zu bringen, wird leicht die Unmöglichkeit obigen Hergangs begreifen. Die Erzählung von Plinius mag vielleicht daher datiren, daß bis in späte Zeiten hinein stets der Sand des Belus als der vorzüglichste zur Glasfabrikation anerkannt war und daß sich die Glashütten von Sidon, wie später auch diejenigen von Venedig (Murano) stets desselben zu ihren besten Gläsern bedienten. Daß das Glas schon im hohen Alterthume bekannt war beweisen in erster Linie die Gegenstände, welche in den Gräbern von Beni-Hasan gefunden wurden, die unter Usertasen, welcher 3500 vor Christi Geb. regierte, ausgeführt worden sind. Man fand dort Abbildungen arbeitender Glasbläser mit den Pfeifen in der Hand an einem Glasofen sitzend und ganz ähnliche Bewegungen vorstellend wie man selbe noch heut zu Tage bei arbeitenden Glaskünstlern sieht. Daß in Theben die Glasfabrikation um das Jahr 1500 vor Chr. Geb. ausgeführt wurde, beweist eine von Capitän Hervey gefundene Glaskugel,

welche den Namen einer Königin von Theben trägt, die zu jener Zeit regierte. Außer Theben werden auch Tyrus und Sidon wegen ihren im Alterthum ausgezeichneten Glasprodukten erwähnt und als Julius Cäsar sich Aegypten unterworfen hatte, ließ er sich den jährlichen Tribut von den Besiegten in Glaswaaren abbezahlen. Unter der Regierung von Tiberius begann man die Glasindustrie in Rom selbst auszuüben, wo sie rasch solche Fortschritte machte, daß ihre Produkte den ägyptischen wenigstens gleichkamen. Merkwürdiger Weise beschränkte sich aber ihre Fabrikation immer noch auf Farbenglas, doch nur aus dem Grunde, weil die Materialien, aus denen Glas fabricirt wurde, selten so rein waren, um gleich ein farbloses Produkt daraus herstellen zu können und es deshalb viel leichter war, durch Zusatz von verschiedenen Metalloxyden gefärbte Gläser zu produciren, als ein durch verschiedene Unreinigkeiten häßlich gefärbtes Glas, durch Klärmittel, die man zum Theil noch nicht kannte, zu entfärben. In Rom selbst wurde aber die Verwendung des Glases immer allgemeiner und vielseitiger, besonders wurden sehr schöne Glasurnen zur Aufbewahrung der Asche von Verstorbenen hergestellt. Nachdem Gallien unter die Botmäßigkeit der Römer gekommen war, breitete sich die Kunst der Glasfabrikation auch dahin aus und fand dort einen so günstigen Boden, daß sie bald die römische Glasindustrie überflügelte. Ein schlagendes Beispiel hierfür giebt die Vase von Straßburg, welche als Produkt einer ausgezeichneten, kaum mehr bekannten Fabrikationsmethode einzig dasteht. Die Vase wurde im Jahre 1825 in der Nähe von Straßburg gefunden und trägt den Namen Maximianus Augustus (römischer Kaiser welcher im Jahre 310 nach Chr. Geb. zu Marseille starb). Die zahlreichen Glashütten Frankreichs und Spaniens wurden jedoch durch die Verheerung der Barbaren fast gänzlich zerstört und viele ihrer werthvollsten Fabrikationsgeheimnisse gingen vollständig verloren. Unterdessen blühte aber die Glasfabrikation im Orient unter Constantin I. auf, welcher die vorzüglichsten Arbeiter aus dem Abendlande heranzog und denselben besondere Vergünstigungen gewährte. Außerdem erlangte auch Venedig große Berühmtheit durch seine ausgezeichneten Glasprodukte und endlich begann man auch in Deutschland und besonders Böhmen Glas zu fabriciren. Als Gründer der deutschen Glasindustrie

sind namentlich Johann Keyl, sowie der Chemiker Kunkel und Caspar Lehmann zu bezeichnen.

Die gebräuchlichsten Glassorten sind: Natron-Kalkglas, Kali-Kalkglas und Natron-Bleioxydglas. Das Natron-Kalkglas, ein aus kieselsaurem Natron und kieselsaurem Kalk dargestelltes Schmelzprodukt besitzt nach Siegwart besonders gute Eigenschaften und namentlich eine große Widerstandsfähigkeit gegen die atmosphärischen Einflüße, wenn es wenigstens annähernd je ein Aequivalent Natron und Kalk mit zusammen 6 Aequ. Kieselsäure verbunden enthält, was einer procentischen Zusammensetzung von 75,4 Proc. Kieselsäure, — 12,9 Proc. Natron und 11,6 Proc. Kalk entspricht. Ist das Glas verhältnißmäßig reicher an Kalk, so zeigt es sich nicht mehr so widerstandsfähig gegen die atmosphärischen Einflüße, wird daher sehr leicht blind. Aehnlich verhält sich das Glas wenn das Natron gegenüber dem Kalk über die gegebene Norm vorherrscht. Solche natronreiche Gläser werden von Flüssigkeiten leicht angegriffen. Siegwart glaubt jedoch, daß die Beschaffenheit einer Glassorte auch von der Intensität der Hitze im Glasofen während des Schmelzens abhänge, was jedoch noch nicht bestimmt erwiesen ist.

Daß man durch Hitze erweichtes Glas zu den zartesten Fäden ausziehen kann, ist eine bekannnte Thatsache; daß man aber aus Glas oder glasartigen Produkten z. B. aus Schlacke, in großer Menge und auf sehr einfache Weise ein, betreffs seiner feinen Vertheilung der Baumwolle ähnliches Präparat gewinnen kann, ist erst neuerdings bekannt geworden. Zu diesem Behufe hat man nämlich nur nöthig einen Dampfstrahl durch einen Strom von flüssiger Schlacke entweichen zu lassen, wodurch dieselbe in die feinsten Fäden geblasen wird, welche manchmal eine Länge von 2 oder 3 Fuß haben. Diese Fäden, obgleich etwas elastisch, lassen sich leicht in viel feinere zerbrechen und da die Farbe derselben weiß ist, so haben sie in compacten Massen das Ansehen von wirklicher Baumwolle. Man hat daher das Präparat „mineralische Baumwolle“ genannt und dasselbe, weil es ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, besonders als Mittel zu Umhüllungen von Dampfkesseln, Dampfrohren und dergl. empfohlen.

Ueber Goldrubinglas hat W. Müller eingehende

Versuche und Studien vorgenommen und die Resultate derselben in Dingl. Journ. Band 201 (von 1871 S. 117) der Oeffentlichkeit übergeben. Nach den bisherigen Erfahrungen über Rubinglas läßt sich feststellen, daß die Bildung oder Entstehung desselben an kein bestimmtes Goldpräparat geknüpft ist. Goldpurpur, Goldchlorid, metallisches Gold wirken nicht wesentlich verschieden. Die zusammengesetzten Goldpräparate zersetzen sich weit unter der Schmelzhitze des goldhaltigen Glases unter Abscheidung von metallischem Gold und das Gold wird in auffallend geringer Menge, nur in kleinen Bruchtheilen von einem Procent vom Glase aufgenommen. Das goldhaltige Glas kann getrübt und durchsichtig, in letzterem Zustande farblos oder in verschiedenen Färbungen auftreten. Es ist nach dem Schmelzen immer farblos, oder hellgelb bis gelbgrün; das Rubinroth erscheint erst durch Aufwärmen der erstarrten Schmelze, ist also eine Anlauffarbe. Das roth angelaufene Glas ist durch Schmelzen wieder in den farblosen ꝛc. Zustand zurückführbar. Das Anlaufen findet statt völlig unabhängig von der Atmosphäre oder sonstigen Umgebung, in der sich das Glas befindet. Die zum Anlaufen erforderliche Temperatur beginnt mit den ersten Anzeichen des Erweichens. Neben diesen Thatsachen und auf Grund derselben sind wichtige Anschauungen in Bezug auf die Natur des goldhaltigen Glases zum Durchbruch gekommen; die Farbenwandlungen des goldhaltigen Glases sind lediglich Aeußerungen der allotropischen Modificationen des Goldes; Verbindungen von Kieselsäure mit Oxyden des Goldes sind gänzlich unbekannt, ganz und gar unwahrscheinlich, ihr Vorhandensein in dem Glase sowie der Oxyde an sich und deren Umsetzung beim Anlaufen sind unstatthaft. In völligem Dunkel bleiben die Fragen: Wie ist das von dem Glase aufgenommene Gold darin enthalten, wenn nicht als Silicat oder Oxyd? Wenn das goldhaltige Glas bei gewissen Temperaturen der beginnenden Glühhitze anläuft, warum findet das Anlaufen nur statt, wenn das Glas von diesen Temperaturen beim Erwärmen von der Kälte aufwärts und nicht von der Glühhitze abwärts beim Erkalten getroffen wird? Endlich sind nach Müller auch die speciellen Bedingungen, von welchen die Bildung des goldhaltigen Glases und seine Farbenverwandlung abhängt, nur sehr unvollkommen festgestellt.

W. Müller hat nun zunächst nachgewiesen, daß wenn man je 100000 Theile eines zur Rubinglasbereitung passenden Glassatzes mit nur 2 bis 10 Theilen Gold schmilzt, man ein gutes und schönes Rubinglas von ziemlich tiefem Farbenton erhält. Je 1 Theil Gold auf 100000 Theile Glassatz geben noch ein blaß rosa gefärbtes Glas. Die zur Bildung von Rubinglas erforderliche Menge von Gold ist also äußerst gering. Von großem Einfluße auf die Bildung des Rubinglases ist die Zusammensetzung oder Mischung des Glassatzes. Die Fähigkeit sich mit Gold zu färben ist zwar bei keinem Glase ganz ausgeschlossen, doch verhalten sich die gewöhnlichen mit Kalk und Alkali geschmolzenen Gläser, also die sogenannten Kalkgläser sehr ungünstig und nehmen höchstens eine blaß röthliche Färbung an, während die an Blei möglichst reichen Gläser das Gold leicht aufnehmen und sich satt und tief roth färben. Man nimmt in der Praxis für Rubinglas sogar mehr Blei, als zur Fabrikation von Krystallglas mit Blei und selbst von Flintglas angewandt wird.

	Sand	Mennige	Pottasche	
Gewöhnl. Bleikrystallglas wird aus	100	66	33	
Flintglas aus	100	100	20	geschmolzen.
Kohn's Satz zu Goldrubin ist eine Mischung von	100	125	36	
Pohl's Satz zu Goldrubin ist eine Mischung von	100	189	17.	

Ob man das Bleiglas mit Pottasche oder Soda schmilzt, ist von keinem merklichen Einflusse auf die Sattheit der Färbung, wohl aber auf ihre Reinheit, insofern Kaligläser unter gleichen Umständen stets reiner und farbloser ausfallen, als Natrongläser. Es ist daher praktisch durchaus gerechtfertigt der Pottasche den Vorzug zu geben. Ein richtiger Versatz des Glases mit Gold, sowie ein geeigneter chemischer Bestand des zu färbenden Glases sind daher entscheidende Bedingungen, aber durchaus keine volle Gewährleistung für den Erfolg, indem für die Entstehung von Goldrubinglas auch die Behandlung beim Schmelzen, namentlich der Hitzegrad und die Dauer des Hitzegrades, sowie die Art der Abkühlung einen großen Einfluß ausüben.

Nach Müller's Versuchen ist es unzweifelhaft, daß man, um Goldrubinglas zu erhalten, eine hohe Schmelztemperatur anwenden muß, eine Temperatur, welche derjenigen des schmelzenden

Roheisens nahe liegt oder sie noch um Einiges übertrifft. Bei Anwendung guter Rothglühhitze zum Schmelzen entsteht entschieden kein Rubinglas, selbst wenn übrigens alle Bedingungen für die Bildung desselben erfüllt sind. Außer der Temperatur ist aber auch die Zeitdauer der Schmelzung von Einfluß. Würde man sich damit begnügen, den Rubinglassatz nur bei der erforderlichen hohen, der Weißglühhitze entsprechenden Temperatur zum Schmelzen zu bringen, so würde man noch kein Rubinglas gewinnen; die hierauf bezüglichen Versuche haben gelehrt, daß Glas und Gold bei dem entsprechenden Hitzegrade geraume Zeit und zwar mindestens 1 1/2 Stunden auf einander einwirken müssen. Bei Benutzung der eben erörterten Erfahrungen wird man also bei Anwendung eines stark bleihaltigen Glassatzes, dem man das nöthige Gold durch Verreibung mit einer Chlorgoldlösung möglichst innig beimischt, Schmelzen dieses mit Gold gemischten Glassatzes bei hoher Temperatur (Weißglühhitze) und stundenlanger Dauer dieses intensiven Schmelzprozesses, ein schönes Rubinglas zu bereiten im Stande sein; dennoch kommen aber noch einzelne Fälle vor, wo trotz Einhaltung aller dieser Bedingungen statt Rubinglas, nur ein farbloses, goldfreies Glas erhalten wird. Dies ist dann der Fall, wenn sich in der Zeit, wo sich das goldhaltige Glas bildet, sogenannte Glasgalle ausgeschieden hat. Bei Vorhandensein von Glasgalle scheidet sich alles Gold in Kügelchen aus und es entsteht daher kein Rubinglas. Das geschmolzene Rubinglas darf nicht langsam abgekühlt, sondern muß „geschrengt“ d. h. so rasch als möglich zum Erstarren gebracht werden, indem man den aus dem Feuer genommenen Tiegel mit dem fertigen Glase auf einer Eisenplatte an der Luft oder mit umgeschlagenen nassen Tüchern zum Erkalten bringt. Nach erfolgter richtiger Schmelzung und Abkühlung des Goldrubinglases hat man übrigens noch keineswegs Rubinglas, sondern bei gelungener Operation ein Glas, das nicht homogen, sondern aus verschieden gefärbten Schichten bestehend erscheint. Gewöhnlich ist die oberste Schicht weißes, farbloses Glas, dann folgt Glas von grünlicher Farbe, dann solches von der Farbe des gebrannten Zuckers; doch sind diese Färbungen sehr wandelbar d. h. sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen. Als Grund dieser auffallenden Erscheinung bezeichnet M ü l l e r die Thatsache, daß das

zugesetzte Gold beim Schmelzen nur ausnahmsweise vollständig aufgenommen wird und daß sich die tiefer liegenden Schichten vollständiger mit Gold sättigen, als die höher liegenden. In der Regel findet man einen guten Theil des Goldes in kleinen glänzend gelben Körnchen am Boden des Tiegels. Je nachdem nun die Temperatur beim Schmelzen des Rubinglases etwas höher oder niedriger ist, was man nicht im Stande ist, ganz genau nach Belieben einzurichten und je nachdem die Abkühlung etwas rascher oder langsamer erfolgt, wobei ebenfalls, ohne daß man es will, kleine Differenzen vorkommen, nimmt das Glas verschiedene Färbungen an. Gehalt des Glases an Gold und rasche Abkühlung sind, wie über jeden Zweifel feststeht, die am meisten entscheidenden Momente für das Verhalten des Glases, und es ist das goldhaltige Glas in hohem Grade empfindlich für geringe Aenderungen in der einen oder in der anderen Richtung.

Wie schon erwähnt, liefert der eigentliche Schmelzproceß noch kein fertiges Rubinglas, sondern eine verschiedenartige meist farblos, topasgelb, auch wohl von der Farbe des Madeira oder gebrannten Zuckers erscheinende Glasmasse, welche jedoch, wenn man richtig gearbeitet hat, die gewünschte schöne Rubinfarbe annimmt, sobald man diese Glasmasse nachträglich auf eine mäßige, unter dem Schmelzpunkte des Glases liegende Temperatur erhitzt. Diesen Uebergang der verschiedenartig und unschön gefärbten Schmelze in Rubinglas nennt man „das Anlaufen". Das Anlaufen beginnt bei gutem Rubinglase schon in den ersten Stadien der Rothgluth, bei einer Temperatur, wobei die schneidenden Kanten sich eben etwas abrunden, das Glas noch nicht bis zum Biegen und Ausziehen erweicht ist. Bei anderen Rubingläsern muß man die Erhitzung so weit treiben, daß sie anfangen Tropfen zu ziehen. In vielen Fällen geht die Wandlung der Farbe in Roth sehr rasch, in wenigen Augenblicken, in anderen Fällen langsam und mitunter so schwierig vor sich, daß man das Glas mehrmals hintereinander vor der Lampe ausziehen und wieder zusammenschmelzen muß. Endlich fällt auch die Farbe selbst verschieden aus in verschiedenen goldhaltigen Gläsern: einige nehmen dunkle, andere helle Töne an; einige bekommen mehr Roth, namentlich schönes Rubin- und Granatroth, andere mehr Blau in ihrem Ton.

Je mehr Gold das Glas beim Schmelzen aufgenommen und assimilirt hat, um so leichter, um so rascher und mit um so tieferer Farbe läuft es an; außerdem läuft dasselbe Goldglas rascher und besser an, je schroffer es abgekühlt ist. Merkwürdig ist hierbei, daß das Rubinglas nicht schon während seiner Abkühlung aus dem geschmolzenen Zustande anläuft, da es ja bei der Abkühlung jenen zum Anlaufen günstigen Temperaturgrad auch erreicht. Allein das goldhaltige Glas geht nur in das Rubinglas über, wenn man die zum Anlaufen desselben nöthige Temperatur in der Richtung von der Kälte nach der Glühhitze; also beim Erhitzen herbeiführt. Diese scheinbar eigenthümliche Thatsache folgt sehr natürlich aus den Eigenschaften des goldhaltigen Glases. Zunächst hat das goldhaltige Glas, und jedes Glas überhaupt, die Eigenschaft bei rascher Abkühlung in derjenigen Verfassung zu erstarren, die es im geschmolzenen Zustande besaß. Um in eine andere Verfassung überzugehen, bedarf es unumgänglich eine gewisse Zeit und wenn ihm diese Zeit durch den Verlauf der Abkühlung nicht vergönnt ist, so bleibt es in der anfänglichen Verfassung.

Ueber das Mattätzen des Glases durch Fluorverbindungen hat Siegwart einige Mittheilungen gemacht. Er erinnert zunächst an die vorzügliche im Jahre 1866 von Tessié du Mothay und Maréchal gegebene Vorschrift zum Mattätzen des Glases. Hiernach soll man 250 Gramm krystallisirtes fluorwasserstoffsaures Fluorkalium (HFl + KFl) in 1000 Cubikcentimeter Wasser lösen, der Lösung 250 Cubikcentimeter Salzsäure, sowie 140 Gramme schwefelsaures Kali unmittelbar vor der Verwendung zusetzen und die zu ätzenden Gegenstände in diese Flüßigkeit einlegen. Einfacher noch und vortheilhafter gelangt man nach Siegwart zum Ziele, wenn man 8 Thle. Alkalifluorid in 100 Thl. Wasser löst und mit 1 Thl. Schwefelsäure versetzt. Das Salz wird zu diesem Behufe in ein Bleigefäß gegeben, mit dem vorgeschriebenen Wasser übergossen und nach vollständiger Lösung in eine flache Bleischale filtrirt. Vor dem Gebrauche des Bades setzt man die Schwefelsäure zu; man legt dann die sehr gut gereinigten Glasgegenstände hinein und zwar so, daß die Flüßigkeit überall mit den zu ätzenden Flächen in Berührung kömmt. Das Reinigen bewerkstelligt man gewöhnlich in einem vorhergehenden Bade, bestehend

aus einer concentrirten Lösung von doppelt chromsaurem Kali und englischer Schwefelsäure, wodurch jede Spur von etwa anhaftenden organischen Unreinigkeiten zerstört wird. Einige Stunden genügen bei gewöhnlicher Temperatur, um nach diesem Verfahren ein schönes schimmerndes Matt hervorzubringen. Läßt man das Bad etwas länger wirken, so wird das Korn etwas gröber, kommt aber mit einer zarten Kieselsäureschicht bedeckt aus dem Bade, die jedoch so wenig haftet, daß sie sich schon beim Erwärmen lostrennt und abschuppt. Sollte sich dieses zarte Häutchen nicht überall loslösen, so nimmt man ein wenig concentrirte Natronlauge zu Hülfe. Will man eine glänzende Zeichnung auf mattem Glase darstellen, so bedeckt man alle diejenigen Stellen, welche glänzend bleiben sollen, mit einem Deckgrund, der aus 6 Thln. Stearin, 9 Thln. Asphalt, 1 Thl. Wachs und 13 Thln. Terpentinöl zusammengesetzt ist, läßt dann vollständig trocknen, erwärmt auf 60° C., um die Adhärenz des Firnißes zum Glase zu vervollständigen und bringt den Glasgegenstand, nachdem er wieder kalt geworden ist, in das Aetzbad. Nach der Einwirkung der Fluorverbindung auf die nicht reservirten Stellen, spült man mit Wasser ab und entfernt den Deckgrund durch Abkratzen oder mittels Terpentinöl. Gute Effecte erzielt man mittels der wäßerigen Flußsäure auf matten Gründen, wodurch ein Glanz hervorgebracht wird, der den gewöhnlichen Glasglanz bedeutend übertrifft.

Organische Verbindungen.

Kohlenwasserstoffe.

Aus der großen Reihe der Kohlenwasserstoffe ist auch gegenwärtig wieder wie in früheren Jahrgängen das

Petroleum

besonders hervorzuheben. Die nachstehenden Notizen über dessen Production in Amerika liefern den sprechendsten Beweis von

der großen Bedeutung dieses Produktes. Die pennsylvanischen Quellen lieferten:

im Jahre 1859:	82000	Barrels	(à 43 Gallon Inhalt pro Faß)
" 1860:	500000	"	"
" 1861:	2113600	"	"
" 1862:	3056600	"	"
" 1863:	2611300	"	"
" 1864:	2116100	"	"
" 1865:	2497700	"	"
" 1866:	2597700	"	"
" 1867:	3347300	"	"
" 1868:	3715700	"	"
" 1869:	4215100	"	"
" 1870:	5650000	"	"
zusammen	32503100	Barrels.	

Die Petroleumproduktion in Ohio und Westvirginien betrug im Jahre:

1868:	125000	Barrels.
1869:	365000	"
1870:	511000	"

Die Petroleumproduktion in Canada betrug im Jahre:

1868:	100000	Barrels.
1869:	220000	"
1870:	365000	"

In Kentucky betrug die Jahresproduktion nur 25000 bis 30000 Barrels. In Amerika sind im Jahre 1870 im Ganzen 6535000 Barrels Petroleum producirt worden und für das Jahr 1871 wird sich eine noch höhere Produktion ergeben. So sind z. B. im Monat April von 1871 399268 Barrels Petroleum producirt worden, was der colossalen Produktion von täglich 13308 Barrels gleichkömmt. Der Preis für Petroleum stellt sich auf durchschnittlich $3\frac{1}{2}$ Dollars per Barrel. In neuester Zeit haben sich jedoch die bedeutendsten Quellenbesitzer mit einander vereinigt und sind übereingekommen für die Dauer von 30 Tagen oder so lange bis der Preis auf 5 Dollars per Barrels gestiegen sein wird, kein Petroleum mehr zu produciren. Durch Feuer, Schiffbruch &c. wurden im Laufe des Jahres 1870, incl. der von französischen Kreuzern genommenen Schiffe 232000 Faß zerstört; über die Hälfte dieses Verlustes resultirte aus Feuersbrünsten in den Vereinigten Staaten. Der Gesammtconsum im Jahre 1870 ergiebt sich aus Folgendem:

Produktion im Jahre 1870		6535000 Barrels.
Abz. Zunahme des Vorraths	1013000	
Abz. Verlust durch Feuer 2c.	232000	
Gesammtconsum im Jahre 1870 . . .		5290000 „

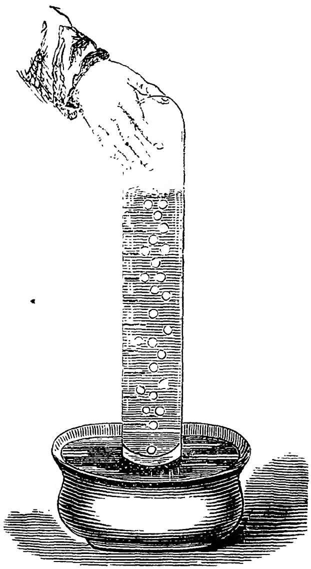
Nach neueren Berichten werden in Hannover wieder die vor circa 8 Jahren begonnenen Bohrversuche nach Petroleum, mit besseren Maschinen und Einrichtungen fortgesetzt. Daß sich in Hannover, namentlich in der Gegend von Lehrte und Sehnde Petroleum im Erdboden findet, ist außer Zweifel und es wurden dort bereits vor circa 8 Jahren einige hundert Barrels eines sehr schönen rohen Petroleums zu Tage gefördert. Die Produktion blieb jedoch hinter den gehegten Erwartungen so bedeutend zurück, daß die Arbeiten, jedenfalls wegen Mangel an den nöthigen Capitalien sistirt werden mußten.

Ein eigenthümliches Verfahren soll gegenwärtig im amerikanischen Oeldistrict in Anwendung kommen, um die Petroleumbrunnen von dem Paraffin zu reinigen, welches sich an den Seitenstößen derselben absetzt, dort haften bleibt und allmälig die gänzliche Verstopfung und das Versiegen des Brunnens verursacht. Man zündet nämlich das zunächst der Oberfläche abgeschiedene Paraffin an und leitet durch ein Rohr einen Strom von Sauerstoffgas hinzu. In dem Verhältnisse als das Paraffin an den betreffenden Stellen abgebrannt ist, leitet man das Sauerstoffgas entsprechend tiefer in den Brunnen nieder und verbrennt auf diese Weise von oben nach unten alles Paraffin welches verstopfend eingewirkt hatte. Ob dies immerhin kostspielige und umständliche Verfahren wirklich praktisch zur Ausführung kömmt, vermögen wir nicht zu entscheiden; doch hat man sich unseres Wissens bisher damit geholfen, daß man um den Brunnen in Thätigkeit zu setzen und störend wirkendes Paraffin zu beseitigen, etwas Naphta hineingoß, welche das Paraffin rasch auflöst. Dieses Mittel scheint uns bedeutend einfacher zu sein.

Im Jahrg. VI dieses Jahrb., von 1870 S. 253 beschrieben wir den Petroleumprober von Ernecke u. Hannemann, welcher dazu dient, die Entzündungstemperatur von Petroleum aufs Genaueste zu bestimmen und damit gleichzeitig ein Urtheil über die Gefährlichkeit oder Ungefährlichkeit einer Petroleumsorte zu gewinnen.

In neuester Zeit hat Van der Weyde zu demselben Zwecke folgendes Verfahren empfohlen: Ein einseitig geschlossenes Glasrohr wird mit dem zu prüfenden Oele gefüllt, das offene Ende nach unten ohne daß man den Finger wegnimmt, in ein Gefäß mit Wasser gestellt welches durch Mischen von heißem und kaltem Wasser auf 43 3/10 bis 44° C. erwärmt worden ist. Nach erfolgtem Einstellen des Rohrs in das Wasser, nimmt man den Finger von dem unteren offenen Ende weg, auch erhält man durch Zugießen von heißem Wasser die Temperatur auf 44° C. Enthält nun eine Petroleumsorte leicht flüchtige Bestandtheile beigemischt, so verwandeln sich diese bei 44° C. in Gase oder Dämpfe, die sich in dem geschlossenen oberen Theil des Rohres ansammeln, indem sie das Oel nach unten verdrängen. Die Menge dieses Gases giebt einen Anhaltepunkt für die vergleichende Prüfung der verschiedenen Oelsorten, zu welchem Zweck es zu empfehlen ist, ein graduirtes Rohr anzuwenden, um den Betrag der im Oele enthaltenen flüchtigen Flüssigkeit messen zu können. Der ganze einfache Apparat ist durch Fig. 35 zur Anschauung gebracht. Für den praktischen Gebrauch scheint uns jedoch der Apparat von Ernecke u. Hannemann den Vorzug zu verdienen; denn bei dem Apparate von Van der Weyde ist eine Fehlerquelle unvermeidlich, die darin besteht, daß das Petroleum eine große Absorptionsfähigkeit für flüchtigere Stoffe besitzt und daher keine Dämpfe entwickelt, wenn es nur wenig davon enthält und doch können schon geringe Beimischungen derselben für den Gebrauch gefahrbringend werden.

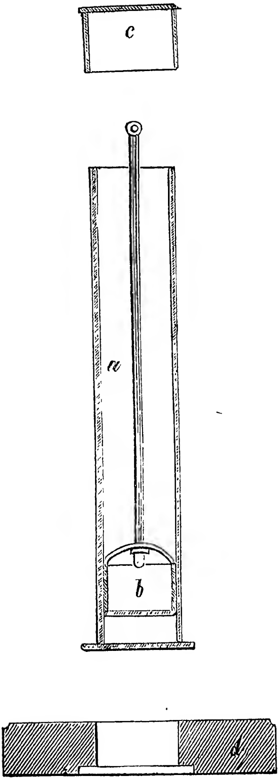
Fig. 35.



Benzol und Leuchtgas.

Indem wir auf die Mittheilungen über Benzol in Jahrg. II S. 274 und Jahrg. VI S. 256 dieses Jahrb. verweisen, theilen wir in Nachstehendem ein einfaches Verfahren von A. W. Hofmann zur Darstellung reinen Benzols mit. Der Genannte hatte von Dr. Martius eine größere Menge erstarrten Benzols erhalten, welches sich während eines heftigen Frostes aus leicht flüchtigem Steinkohlentheeröl abgeschieden hatte. Es waren prächtige, schneeweiße Krystalle, theilweise von sehr beträchtlicher Größe und oktaëdrischer Form, öfters wohl ausgebildet. Die Untersuchung dieser Krystalle ergab jedoch, daß dieselben keineswegs aus reinem Benzol bestanden, sondern noch bedeutende Mengen der schwereren Theeröle als Mutterlauge eingeschlossen enthielten. Um nun aus solchen Krystallen reines Benzol zu gewinnen empfiehlt Hofmann den einfachen in Figur 36 skizzirten Apparat: In dem 8—10 Centimeter weiten, 40—50 Centimeter hohen Messingcylinder a bewegt sich luftdicht ein vielfach durchbohrter Piston b, der durch einen Eisenstab auf und nieder geschoben werden kann. Der Cylinder wird, nachdem der Piston auf den Boden gedrückt worden

Fig. 36.



ist, mit dem zu reinigenden, durch gelindes Erwärmen geschmolzenen Benzol gefüllt, mit der Kappe c verschlossen und in eine Kältemischung gestellt. Es ist zweckmäßig, das erstarrende Benzol

von Zeit zu Zeit mit einem Metallstabe durchzuarbeiten, um die Bildung großer Krystalle zu verhindern, damit keine Oeffnungen entstehen, durch welche beim Heben des Pistons die Luft eindringen könnte. Je nach der Reinheit des Benzols wird man die Zeit der Kältung bemessen. Wenn sich nichts mehr ausscheidet, wird der Piston aus dem Cylinder herausgezogen; die nicht erstarrten Kohlenwasserstoffe gehen durch den perforirten Piston, auf welchem sich eine schneeweiße Benzolsäule aus dem Cylinder erhebt. Beim Schmelzen liefert dieser Benzolschnee den Kohlenwasserstoff im Zustande der Reinheit. Um das Emporheben der ziemlich fest an den Wandungen des Cylinders haftenden Masse zu erleichtern, hat der untere Theil des Cylinders außen einen kleinen Vorsprung. Auf diesem Vorsprung liegt ein Bret d, aus dessen rundem Ausschnitt der Cylinder hervortritt und welcher, wenn der Apparat in die Kälte gestellt wird, leicht zu entfernen ist. Indem man sich auf das Bret stellt und den Hebel am Ende des Pistons mit beiden Händen faßt, gelingt es leicht, die starre Benzolsäule aus dem Gefäße zu heben.

Leuchtgas. Ueber eine von Wartha empfohlene Methode, um kleine Mengen von Schwefel im Leuchtgase nachzuweisen, haben wir schon in Jahrg. VII dieses Jahrb. von 1871 S. 306 berichtet. Zur Reinigung des Leuchtgases aus Steinkohlen, namentlich zur Entfernung der demselben beigemischten Schwefelwasserstoffverbindungen, hat man früher allgemein die sogenannte Laming'sche Masse, eine Mischung von zu Pulver gelöschtem Kalk und Eisenvitriol, die vor der Benutzung einige Zeit dem Einfluße der Luft ausgesetzt wird, benutzt. Schon seit Jahren verwendet man jedoch vielfach statt der Laming'schen Masse nur Eisen- oder Manganoxyd zu diesem Zwecke, indem man nachgewiesen hat, daß der Kalk für den Reinigungsproceß des Gases eher nachtheilig als nützlich ist. Man kann hierzu ohne Weiteres natürliches Eisenoxyd (Raseneisenerz, Wiesenerz) benutzen, wie sich solches in den großen Niederungen des Flachlandes unter Wiesen, Moorgrund 2c., theils in kleineren, theils in weit ausgedehnten Ablagerungen findet, so z. B. in der Lausitz, in Niederschlesien, in der Mark Brandenburg, in Mecklenburg, Pommern 2c. Was die Zusammensetzung desselben betrifft, so enthält es je nach dem Grade seiner Reinheit

20—60 Proc. Eisenoxyd, gewöhnlich auch etwas Eisenoxydul und Manganoxyd, 30—50 Proc. Sand, 7—30 Proc. Wasser, außerdem meist noch andere Beimengungen in geringerer Menge. Für den Zweck der Gasreinigung ist natürlich das oxydreichste Erz das werthvollste und die unreineren Sorten kommen überhaupt nicht zur Verwendung. In Norddeutschland findet das natürliche Eisenoxyd bereits ausgedehnte Anwendung. Außerdem bilden auch seit Jahren die Anilinfabriken ausgiebige Bezugsquellen für eisenoxydhaltige Reinigungsmasse. So liefert z. B. die Gesellschaft für Anilin-Fabrikation in Rummelsburg bei Berlin eine Masse, die aus 73,8 Proc. Eisenoxyd (entsprechend 71,2 Proc. Eisenoxyduloxyd), 15,1 Proc. Wasser und organischen Substanzen und etwas Sand und andern Unreinigkeiten besteht. Diese Masse ist zur Gasreinigung ganz vorzüglich und wird ab Berlin mit 12½ Sgr. per Ctr. in offenen Wagen geliefert.

Paraffin.

Zur Ermittelung des Erstarrungs- und Schmelzpunktes des Paraffins, beim Handel damit, hat der Verein für Mineralöl-Industrie in Halle folgende Methode angenommen: Ein kleines, mit Wasser gefülltes Becherglas von circa 70 Millimeter Höhe und 40 Millimeter Durchmesser wird bis ungefähr 70° C. erwärmt und auf das erwärmte Wasser ein kleines Stückchen des zu untersuchenden Paraffins geworfen, so groß, daß es nach dem Zusammenschmelzen ein rundes Auge von etwa 6 Millimeter Durchmesser bildet. Sobald dasselbe flüssig ist, wird in das Wasser ein Celsius-Thermometer von der durch den Mineralölverein festgestellten Einrichtung so tief eingetaucht, daß das längliche Quecksilbergefäß des Thermometers ganz vom Wasser bedeckt wird. In dem Augenblicke, wo sich auf dem Paraffinauge ein Häutchen bildet, wird der Schmelz-, resp. Erstarrungspunkt an der Scala des Thermometers abgelesen. Während dieser Operation muß das Becherglas durch eine Umgebung von Glastafeln sorgfältig vor Zugluft geschützt werden und darf der Hauch des Mundes beim Beobachten der Scala das Paraffinauge nicht treffen. Hierbei wird allerdings der Erstarrungs- und nicht der Schmelzpunkt des Paraffins er-

mittelt, doch kann dies ohne Gefahr geschehen, da Schmelz- und Erstarrungspunkt ziemlich identisch sind und es hier überhaupt nur darauf ankömmt, ein einfaches leicht ausführbares Mittel zur Vergleichung verschiedener Paraffinsorten in Anwendung bringen zu können.

Um Paraffin neben Stearinsäure nachzuweisen und überhaupt zu bestimmen, wie viel von jedem der beiden Körper in Mischungen derselben enthalten ist, empfiehlt M. Hock folgendes Verfahren: Man wägt 5 Gramme der zu untersuchenden Mischung genau ab, behandelt dieselbe mit warmer Kalilauge von nicht allzuhoher Concentration, bis sich die Stearinsäure vollständig mit der Kalilauge verbunden, „verseift“ hat (auf Paraffin wirkt die Kalilauge nicht ein). Hierauf versetzt man die erwärmte alkalische Masse mit Kochsalz, wodurch die Stearinseife nebst dem in derselben vertheilten unveränderten Paraffin ausgeschieden wird; die ausgeschiedene Masse bringt man auf ein Filter und wäscht sie auf diesem anhaltend mit kaltem destillirtem Wasser oder sehr verdünntem Weingeist aus. Hierbei geht, nachdem alle anhängende Kochsalzlösung verdrängt ist, die Stearinsäure-Seife in Lösung, so daß zuletzt nur die Paraffinkügelchen auf dem Filter zurückbleiben; dieselben werden nebst dem Filter bei einer unter dem Schmelzpunkte des Paraffins liegenden Temperatur, also bei circa 35—40° C. getrocknet und hierauf das Paraffin vom Filter mit Aether aufgelöst, wobei man so oft Aether aufgießt, bis alles Paraffin gelöst ist. Die ätherische Paraffinlösung wird endlich in einer gewogenen Porzellan- oder Glasschale mit der nöthigen Vorsicht bei niedriger Temperatur (die Lösung schäumt und spritzt gern und steigt auch an der Wandung der Schale in die Höhe) eingedampft und das Gewicht des nach dem Abdampfen zurückgebliebenen reinen Paraffins bestimmt, während man die Stearinsäure aus der Differenz berechnet. Diese Methode liefert immer zuverlässige Resultate und wird nicht alterirt durch die Fabrikationsmethode der Substanz, den Ursprung des Rohmaterials u. dgl.

Anthracen.

Seit der Erfindung des künstlichen Alizarins hat man sich eifrig mit der Darstellung des Anthracens, des Roh-

materials zur Alizarinbereitung beschäftigt. Außer den bereits in Jahrg. VI dieses Jahrb. S. 408 mitgetheilten Methoden der Anthracendarstellung ist besonders beachtenswerth das von A. Schuller empfohlene Verfahren zur Reindarstellung des Anthracens. Hiernach soll man das rohe, noch mit öligen Substanzen verunreinigte Anthracen, in einer Retorte vorsichtig bis zum beginnenden Sieden erhitzen, die Retorte mit einer großen tubulirten Glasglocke oder einem ähnlichen irdenen Gefäße, dessen Bodenöffnung mit feiner Drahtgaze verschlossen ist, in Verbindung setzen und dann mittelst eines starken Blasebalges (oder besser eines Schiele'schen Ventilators d. Red.) einen kräftigen Luftstrom in die Retorte treiben. Mit Hülfe eines Luftstromes wird das Anthracen in ganz erstaunlich kurzer Zeit fast vollständig rein und trocken absublimirt und verdichtet sich in der Glasglocke als schwachgelbliche, schneeartige Masse. Dieselbe Menge von Anthracen zu deren Reinigung durch Umkrystallisiren und Sublimiren auf gewöhnliche Weise einige Tage erforderlich sind, erhält man nach dem eben mitgetheilten Verfahren in eben so vielen Stunden; dabei bekömmt man das Anthracen in einer ganz pulverigen Form, in der es besonders leicht Oxydationsmitteln zugänglich ist.

Aetherische Oele.

Rosenöl. Bekanntlich besteht das Rosenöl aus einem festen, krystallisirbaren und im reinen Zustande völlig geruchlosen Bestandtheil, dem Rosenölcampher und aus einem selbst bei den niedrigsten Temperaturgraden nicht erstarrenden Theil, dem eigentlichen Rosenöl, dem Träger des herrlichen Geruches, welchem dieses Produkt seinen hohen Werth verdankt. Trotzdem hiernach der erstarrende Theil des Rosenöles völlig werthlos ist, beurtheilt man doch das Rosenoel darnach, daß man beobachtet, ob dasselbe genug Rosenölcampher enthält, um bei niedrigeren Temperaturgraden denselben herauskrystallisiren zu lassen und zu erstarren; man verwirft und zwar oft mit Unrecht ein Rosenöl, welches schwierig erstarrt, weil man annimmt, daß es verfälscht sei. Diese Annahme hat zwar nach R. Baur insofern eine Berechtigung, als die Gefrierfähigkeit des Rosenöls allerdings herabgedrückt wird, wenn man dasselbe mit

Geraniumöl (vielleicht richtiger Andropogon- oder Limon-Grasöl) versetzt; ebensogut kann aber auch ein völlig unverfälschtes, vorzügliches Rosenöl eine geringere Gefrierfähigkeit besitzen und wird dann mit Unrecht verworfen. Baur vermuthet, daß der ölige und feste Theil des Rosenöles betreffs ihrer chemischen Zusammensetzung in einer gewissen Beziehung zu einander stehen, in der Art, daß sie sich ineinander überführen lassen. Reiner und geruchloser Rosenölcampher nehme z. B. an der Luft oder unter Einwirkung sehr mild oxydirend wirkender Agentien sehr bald einen Rosenölgeruch an, wobei sein Schmelzpunkt sinke und umgekehrt gelinge es durch Behandlung des vom Campher möglichst befreiten Rosenöles mit einer Mischung von Zink und einer schwachsauren Lösung von concentrirter Salzsäure in Alkohol (unter Ausschluß der Erwärmung), also durch einen Reductionsproceß das flüssige Oel in eine dem Rosenölcampher völlig analoge feste Substanz überzuführen, so daß man also auf solche Weise ein Rosenöl leichter gefrierend herstellen könnte. Diese Angaben Baur's bedürfen aber jedenfalls noch sehr der Bestätigung, würden aber, falls sie sich als richtig erweisen, von großem wissenschaftlichem Interesse und praktischer Wichtigkeit sein.

Nach Schramm werden manche feinere ätherische Oele mit Copaivaöl verfälscht. Um eine solche Verfälschung z. B. des Neroliöles mit Copaivaöl zu constatiren, soll man nach Schramm einige Tropfen des zu prüfenden Oeles mit Spiritus vermischen, Baumwolle oder einen reinen Docht damit tränken und anzünden. Nach dem Verbrennen des Spiritus mache sich beim Glimmen des Dochtes der Copaivageruch, sowie fettes Oel überhaupt bemerkbar. Ein anderes Verfahren, um eine Beimischung von fetten Oelen und dgl. in ätherischen Oelen, z. B. von Wallrath, Paraffin u. dgl. im Rosenoel zu entdecken, besteht nach Baur darin, daß man in einem Proberöhrchen ungefähr 1 Cubikcentimeter des zu prüfenden Rosenöls mit circa 5 Cubikcentimetern Weingeist (Spiritus) von 75 Proc. versetzt, gut durchschüttelt und abfiltrirt. Der hierbei auf dem Filter gebliebene Rückstand wird mit wenigen Tropfen Weingeist nachgewaschen und zwischen Fließpapier getrocknet. Man hat nun nur nöthig von diesem Rückstande ein Stückchen auf einem Cigarretten-

blättchen vorsichtig zu erwärmen; die vorhandenen Bestandtheile des geprüften ätherischen Oeles, also in vorliegendem Beispiel des Rosenölcampher verflüchtigen sich vollständig, während Wallrath ꝛc. durchscheinende Fettflecke hinterläßt.

Nach Dr. Schelby soll das Sassafrasöl die Eigenschaft besitzen, die narkotische Wirkung des Tabaks beim Rauchen aufzuheben oder zu verhüten; überhaupt soll das Sassafrasöl ein vorzügliches Mittel gegen den schädlichen Einfluß narkotischer Stoffe sein.

Ein den ätherischen Oelen nahe verwandtes Produkt, der Perubalsam wird gegenwärtig sehr vielfach verfälscht, so daß man annehmen kann, daß mindestens 2/3 der Handelssorten kein reiner Balsam sind. Es ist jedoch leicht derartige Verfälschungen zu entdecken. Der Perubalsam zeichnet sich nämlich vor allen anderen Balsamen und namentlich auch vor den festen Oelen dadurch aus, daß er ein verhältnißmäßig hohes specifisches Gewicht (1,140 bis 1,160) besitzt. Löst man nun 1 Thl. Kochsalz in 5 Thln. Wasser auf, so erhält man eine Flüssigkeit von 1,125 spec. Gew., da nun der ganz reine Perubalsam ein spec. Gew. 1,140 bis 1,160 besitzt, so darf dieses jedenfalls nicht unter 1,125 herabsinken. Ein Tropfen des Balsams den man daher in die erwähnte Kochsalzlösung fallen läßt, muß in derselben untersinken. Schwimmt er auf der Salzlösung so ist er zweifellos verfälscht.

Harze, Kautschuk.

Schellack-Ammoniaklösung. Ueber die Darstellung und Anwendungen einer Auflösung von Schellack in Aetzammoniak haben wir bereits in diesem Jahrbuche Jahrgang VI von 1870 S. 284 Bericht erstattet. Statt der an citirter Stelle mitgetheilten Bereitungsmethode von Puscher, empfiehlt R. A. Brown, den zu lösenden Schellack in ein Gefäß zu füllen, welches in ein größeres Gefäß mit heißem Wasser gestellt wird; der hierdurch erwärmte Schellack wird dann mit ungefähr seinem doppelten Gewichte von kochendem Wasser übergossen und das Aetzammoniak (etwa 1/3 des Gewichtes vom Schellack) sofort langsam, aber in anhaltendem Strahle und unter beständigem Umrühren zugesetzt. Man rührt so lange

um, bis sich der Schellack gänzlich gelöst hat und filtrirt die Lösung nachdem dieselbe erkaltet ist. Besonders wichtig ist hierbei, daß man das richtige Verhältniß von Ammoniak zufügt; denn gießt man zu viel Ammoniak zu, so wird die Lösung braun, während bei zu wenig Ammoniak, die Lösung keine vollständige ist.

Vorzügliche Dienste soll die **Schellack-Ammoniaklösung als Dichtungsmittel für Kautschukplatten** leisten. In der Musterzeitung wird hierüber mitgetheilt, daß der gebleichte Schellack, in der zehnfachen Gewichtsmenge Salmiakgeist verrieben, schleimartig aufquelle und sich nach 3—4 Wochen zu einer Flüssigkeit löse, welche auf Holz oder Eisen gestrichen, das beste Befestigungsmittel für Kautschukplatten darstelle; der ammoniakalische Schellacküberzug erweiche den Kautschuk und erhärte bei seiner Austrocknung mit demselben und der Dichtungsfläche zu einer für Gase und Flüssigkeiten undurchdringlichen Schicht.

Ueber das **specifische Gewicht verschiedener Kautschuksorten** hat **James Syme** sen. die nachstehenden Mittheilungen gemacht:

Paragummi, wie er importirt wird,	hat ein spec.	Gew.	=0,922
„ gereinigt	„	„	=0,882
„ gereinigt und comprimirt	„	„	=0,935
„ geschwefelt aber nicht vulcanisirt	„	„	=0,990
„ vulcanisirt	„	„	=0,986
Java-Kautschuk, wie er importirt wird	„	„	=0,905
„ gereinigt	„	„	=0,881
Afrikanischer Kautschuk, wie er importirt wird	„	„	=0,920
„ „ gereinigt	„	„	=0,872

Kautschuk für mechanisch-technische Verwendung:

Nr. 1 rein, geschwefelt, aber nicht vulcanisirt	hat ein spec.	Gew.	=1,024
„ 1 „ vulcanisirt	„	„	=1,013
„ 2 grau, gemischt, nicht vulcanisirt	„	„	=1,160
„ 2 „ vulcanisirt	„	„	=1,180
„ 2 dunkel, gemischt, nicht vulcanisirt	„	„	=1,145
„ 2 „ vulcanisirt	„	„	=1,163
„ 3 grau, gemischt, nicht vulcanisirt	„	„	=1,489
„ 3 „ vulcanisirt	„	„	=1,520
„ 3 dunkel, gemischt, nicht vulcanisirt	„	„	=1,451
„ 3 „ vulcanisirt	„	„	=1,460

Syme hat auch Versuche über die **Zerreißungsfestigkeit** der verschiedenen Kautschuksorten angestellt, wobei

sich jedoch, wahrscheinlich je nach dem verschiedenen Alter des Kautschuks, so unregelmäßige Resultate ergaben, daß es nicht möglich war zu einem bestimmten Ergebniß zu gelangen. Im Allgemeinen zeigten einige der theureren, leichten Sorten eine geringere Zerreißungsfestigkeit, als die billigeren schwereren Sorten. Das höchste Gewicht, welches eine Querschnittsfläche von 1/4 Zoll engl. im Quadrate trug, war 85 Pfd. — Die Probe, welche 102 1/4 Pfd. pro Kubikfuß engl. wog, riß dabei nicht in der Mitte, die auf etwa 1/12 Zoll im Quadrate reducirt war, sondern in den Befestigungsstellen.

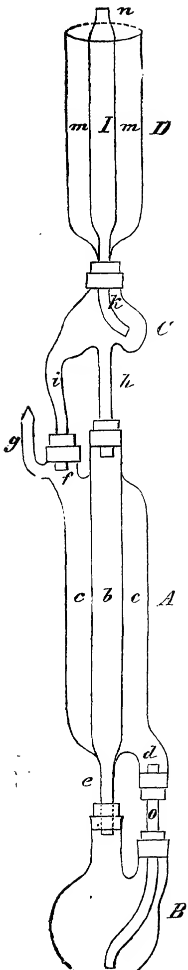
Fette, fette Oele, und verwandte Stoffe oder daraus darstellbare Producte.

Werthbestimmung der Oelsamen. Ueber diesen wichtigen Gegenstand hat in neuester Zeit Dr. Herm. Vohl in Cöln einige beachtenswerthe Mittheilungen gemacht. Bei den Rohprodukten des Mineralreiches z. B. bei den Erzen ist die Werthbestimmung durch eine genaue quantitative chemische Analyse überall eingeführt. Auch bei dem Verkauf oder Einkauf künstlicher Düngemittel ist die chemische Analyse allein maßgebend für die Werthbestimmung, resp. den Kaufpreis. Bei vielen Produkten aus dem Pflanzenreiche z. B. bei den Samen- resp. Körnerfrüchten, sowie auch bei den Knollengewächsen (Kartoffeln, Runkelrüben ꝛc.) hat man auch eine Werthbestimmung durch die chemische Analyse angestrebt, leider jedoch diese Methode als zu umständlich in den meisten Fällen von der Hand gewiesen, so daß nur die Jahresergiebigkeit, das Bedürfniß und die momentane Zufuhr die Höhe des Preises dieser Naturproducte bestimmen, ohne daß dem eigentlichen Werthe mehr wie durch bloße äußere Anschauung Rechnung getragen wird. Es ist leicht ersichtlich, daß gerade in den Jahren, wo eine Mißernte stattfand und auch die Qualität der Frucht häufig eine geringere, dagegen durch diesen Minderertrag und eine beschränkte Zufuhr der Preis ein hoher ist, die Werthbestimmung der Frucht alsdann um so mehr angezeigt und erheischt wird. Bei Nichtbeachtung, resp. bei Nichtbestimmung des eigentlichen Werthes der Waare läuft man in diesen Jahren Gefahr, trotz eines enorm hohen Preises eine Waare zu erstehen, welche den

gewünschten Effect bei ihrer Verwerthung nicht erzielt. Besonders findet nach Vohl das Gesagte seine volle Gültigkeit bei den ölgebenden Brassica-Arten: Brassica napus oleifera (Winterrübsen), Brassica praecox oleifera (Sommerrübsen), Brassica campestris oleifera (Kohlraps). Klima, Standort und Düngung influiren bei den verschiedenen Pflanzen bekanntlich bedeutend bezüglich der Bildung von Zucker, Säuren, Stärkemehl u. dgl.; auch die ölgebenden Gewächse und besonders die Brassica-Arten sind bezüglich der Oelproduktion den klimatischen und sonstigen Einflüssen unterworfen und der Oelgehalt der betreffenden Samen kann bedeutenden Schwankungen in den verschiedenen Jahrgängen, sogar bis zu 10 Proc. unterliegen, wie dies Vohl durch eine große Zahl von Oelsamenproben, die er seit dem Jahre 1865 ausgeführt hat, nachzuweisen im Stande ist. Es wäre nun allerdings von größter Wichtigkeit gewesen, wenn Vohl bei seinen Proben den Jahrgang, die klimatischen Verhältnisse des Standortes, sowie die Düngeweise der Pflanzen hätte ermitteln können, deren Oelsamen er der Prüfung unterzog, indem dadurch der so sehr wünschenswerthe Aufschluß gewonnen worden wäre über die Wirkung eines jeden der genannten Einflüsse auf die Oelproduktion der Pflanzen. Wie Vohl mittheilt war ihm jedoch die Ermittelung der genannten Verhältnisse nicht möglich. Aus seinen Untersuchungen oder Oelbestimmungen geht daher nur als ganz allgemeines Resultat hervor, daß der Oelgehalt bei 10 verschiedenen Proben von Brassica napus zwischen 32,4 Proc. und 42,6 Proc., also um 10,2 Proc. variirte, daß daher ein guter Winterrübsen durchschnittlich 36,49 Proc. Oel enthalten muß; daß ferner der Oelgehalt bei 10 Proben von Brassica praecox zwischen 31,4 Proc. und 41,5 Proc. also um 10,1 Proc. variirte und im Mittel hiernach bei gutem Sommerrübsen 36,97 Proc. beträgt; daß endlich der Oelgehalt bei 10 Proben von Brassica campestris zwischen 37,9 Proc. und 45,1 Proc. variirte und hiernach ein guter Raps durchschnittlich 42,06 Proc. Oel enthalten muß.

Mit Zugrundelegung dieses Durchschnittsgehaltes der Samen an Oel und dem Tagespreise, welcher als ein normaler für diesen Oelgehalt angenommen werden muß, läßt sich nach Vohl mit Leichtigkeit der Werth eines Oelsamens bestimmen,

Fig. 37.



mag er nun höher oder niedriger als der angenommene Normalgehalt sein. Nimmt man z. B. an, daß 50 Kilogr. Sommerrübsen bei einem Durchschnittsgehalte von 36,97 Proc. Oel, 5 Thaler kosten, so wird ein Sommerrübsensamen der nur 31,4 Proc. Oelgehalt hat, weniger und zwar $\frac{31,4 \times 5}{36,97}$ = Thlr. 4. 7. 4. werth sein, also einen Minderwerth von 22 Sgr. 8 Pfg. haben.

Um den Oelgehalt in den Samen bestimmen zu können, hat Vohl einen besonderen Apparat, den er Oleometer nennt und der von Ph. Goldfinger in Cöln a. Rh. bezogen werden kann, construirt. Dieser Apparat ist durch beistehende Abbildung Fig. 37 zur Anschauung gebracht; derselbe, aus Glas angefertigt, besteht aus vier Haupttheilen, dem Extractor A, dem Siedekolben B, dem Helme C und dem Kühler D. Der Extractor A besteht aus der weiten Röhre c c, in welcher die engere Röhre b eingeblasen ist. Letztere steht vermittels der Röhre e mit dem Siedekolben B in Verbindung. Die Röhre c c ist seitlich am unteren Ende mit einem Tubulus d versehen, in welchem mittels eines Korkes die Röhre o eingefügt ist. Letztere mündet am Boden des Kolbens B, so daß sie stets mit Flüssigkeit gesperrt ist. Die weite Röhre c c hat oben seitlich einen Tubulus f, an welchem sich die, zu einer feinen Oeffnung ausgezogene Röhre g befindet. Der Helm C

steht vermittelst der Röhre h mit der Röhre b und durch die Röhre i mit dem Tubulus f, resp. mit der weiten Röhre c c des Extractors in Verbindung. Ferner steht der Helm durch die Röhre k mit der Röhe l des Kühlapparates D in Verbindung; m m ist oben offen. Die Röhre l ist bei n auf ein Drittel ihres lichten Durchmessers verjüngt.

Dieser Apparat wird nun in folgender Weise in Anwendung gebracht. Der Extractor A wird bei d mit einem Pfropfen reiner Baumwolle lose verschlossen und alsdann die Röhre o mittels eines Korkes eingefügt. Hierauf bringt man den abgewogenen und gemahlenen, resp. geknirschten Samen durch den Tubulus f in die weite Röhre c c, die Substanz muß gleichförmig in dem Raume vertheilt werden und darf nur 7/8 desselben ausfüllen. So gefüllt, wird der Extractor mittels der Röhren e und o mit dem Siedekolben B verbunden. Nun gießt man durch den Tubulus f so lange von der zum Extrahiren des Oels aus den Samen bestimmten Flüssigkeit, die Bohl Canadol nennt (s. unten) auf die Substanz, bis sich in B eine Flüssigkeitsschicht von circa 20 Millimeter Höhe angesammelt hat, setzt dann den Helm C mit dem Kühler D auf und füllt die Röhre m m mit kaltem Wasser, oder wenn möglich mit Eis. Durch einen kräftigen Retortenhalter, in welchen man den Apparat einspannt, giebt man demselben eine sichere Aufstellung und erhitzt nun die Flüssigkeit in B zum Sieden. Die Dämpfe steigen durch die Röhre e nach b und fließen so lange condensirt nach B zurück, bis der Inhalt in c c die Temperatur des siedenden Canadols erlangt hat. Ist dies geschehen, so steigen die Dämpfe durch h nach dem Helm C und werden hier anfangs vollständig condensirt, später jedoch, wenn der Helm sich stark erhitzt hat, treten die Dämpfe durch k nach l, wo sie vollständig durch das kalte Wasser oder Eis verdichtet werden und durch die seitlich gebogene Röhre k nach dem Helme zurückfließen. Die verdichteten Canadoldämpfe fließen durch i und den Tubulus f nach A und gelangen zuletzt durch die Röhre o nach B zurück. Die Röhre g dient zum Aus- und Einlassen der atmosphärischen Luft beim Temperaturwechsel. Auf diese Weise ist es möglich mit verhältißmäßig wenig Canadol ziemlich erhebliche Quantitäten von Samen zu entölen. Wenn bei o die

Flüssigkeit klar und farblos abfließt, kann man annehmen, daß der Same vollständig entölt ist. Das mit dem fetten Oele gesättigte Canadol, welches sich schließlich in B ansammelt, wird zuletzt durch Destillation von dem fetten Oele getrennt und letzteres gewogen. Eine solche Bestimmung kann bei einiger Uebung bequem in $1^1/_2$ bis 2 Stunden ausgeführt werden. Noch bemerkt Vohl, daß das Canadol, welches man zum Ausziehen anwendet, nur ein spec. Gewicht von 0,66 bis 0,68 und einen Siedepunkt von 50—80° C. haben darf. Die Extractionsflüssigkeit, welche von Vohl mit dem Namen „Canadol" bezeichnet wird, ist übrigens nichts Anderes als Petroleumäther (s. dieses Jahrb. Jahrg. I S. 339, Jahrg. II S. 264, Jahrg. IV S. 339), welcher schon im Jahre 1862 von H. Hirzel zu derartigen Zwecken empfohlen wurde. Der Name Canadol ist ebenso bedeutungslos als überflüssig und fast möchte man glauben, daß er nur gewählt wurde, um der Sache den Anschein zu geben, wie wenn von Herrn Vohl eine ganz neue Extractionsflüßigkeit entdeckt worden wäre. Derartige Mystificationen passen aber nicht gut in wissenschaftliche Abhandlungen, sondern erinnern an das Geheimmittel-Unwesen, wo der Name die Hauptrolle spielt. Anstatt Petroleumäther kann man zum Extrahiren der Oelsamen in dem Vohl'schen Oleometer auch Aether, sogenannten Schwefeläther anwenden, welcher wegen seiner größeren Flüchtigkeit sich leichter vollständig abdestilliren läßt. Wenn man nämlich genau nach der Vorschrift von Vohl verfährt und von der Flüssigkeit, welche sich in B schließlich ansammelt, das Canadol resp. den Petroleumäther abdestillirt, was auf dem Wasser- oder Dampfbade geschehen muß, so bleibt stets etwas Petroleumäther in dem Oele zurück und man erhält ein etwas zu günstiges Resultat. Fette Oele halten den Petroleumäther hartnäckig zurück und geben die letzten Spuren nur ab, wenn man sie in offenen Schalen, also bei Luftzutritt erwärmt. Um daher ein wirklich richtiges Resultat zu erhalten, destillirt man aus einer mit Kühlapparat verbundenen Retorte nur den größten Theil des Petroleumäthers ab, gießt dann den Rückstand aus der Retorte in eine vorher gewogene Schale und spült die Retorte mit etwas Petroleumäther nach, den man ebenfalls mit in die Schale gießt. Nun wird die Schale auf ein Wasserbad gesetzt und

so lange durch die Dämpfe des kochenden Wassers erwärmt, bis aller Petroleumäther verdunstet ist, d. h. bis das Oel nicht mehr nach Petroleumäther riecht. Die Chemiker bedienen sich übrigens schon längst ähnlicher Apparate, z. B. um den Fettgehalt der Milch zu bestimmen. Wenn Herr Vohl sein Oleometer in der Absicht construirt hat, damit den Laien in den Stand zu setzen, den Oelgehalt der Samen zu bestimmen, so wird er seinen Zweck kaum erreicht haben; denn nur wenige Laien werden diesen leicht zerbrechlichen Apparat in Gebrauch nehmen können und das nachherige Abdestilliren des Petroleumäthers und Erwärmen des Rückstandes auf dem Wasserbade erfordern noch einige Einrichtungen, die man selten bei Laien findet und die wegen der großen Feuergefährlichkeit des Canadols resp. Petroleumäthers nicht mangelhaft sein dürfen. Auch ist eine gute Waage nöthig, wenn das Resultat wirklich zuverlässig sein soll. Man kann sich zwar die Destillation ersparen und die in B erhaltene Oellösung ohne Weiteres in einer gewogenen Schale abdampfen, wobei allerdings aller zur Extraction angewandte Petroleumäther verloren geht. Aber abgesehen von diesem Verluste, der im Vergleiche zur Wichtigkeit einer wirklichen Oelgehaltbestimmung der Samen als unbedeutend bezeichnet werden muß, ist selbst das Abdampfen einer solchen Flüssigkeit für den Laien nicht ganz leicht, indem Theile derartiger Flüssigkeiten, während des Eindampfens, sich an der inneren Wandung der Schale allmählig in die Höhe ziehen, über den Rand der Schale auf die äußere Wandung derselben übertreten und in Folge dessen verloren gehn.

Herr Vohl hat selbst zugestanden, daß sein Verfahren, bei der Ausübung desselben durch Laien, an derartigen Schwierigkeiten leidet; er versuchte daher dasselbe in der Art zu vereinfachen, daß schon die bloße Extraction im Oleometer genügt, um den Oelgehalt der betreffenden Samen bestimmen zu können. Hierbei ging Vohl von der Thatsache aus, daß das spec. Gewicht der fetten Pflanzenöle wesentlich höher ist, als dasjenige des zum Extrahiren in Anwendung kommenden Petroleumäthers (Canadols) und daß daher die Lösungen dieser Oele in Petroleumäther ein um so höheres spec. Gew. besitzen werden, je mehr von dem Oele sie enthalten. Er bestimmte daher zunächst die spec. Gewichte einiger besonders wichtigen fetten Oele und fand dieselben bei 15° C., wie folgt:

Leinöl	hat ein	durchschnittliches	spec. Gewicht	=	0,9347
Hanföl	"	"	"	=	0,9276
Mohnöl	"	"	"	=	0,9247
Wallnußöl	"	"	"	=	0,9264
Mandelöl	"	"	"	=	0,9180
Traubenkernöl	"	"	"	=	0,9222

Den Oelgehalt der betreffenden Samen fand er im Durchschnitte, wie folgt:

Leinsamen	enthalten	durchschnittlich	27,15337	Proc. Oel
Hanfsamen	"	"	25,87533	"
Mohnsamen	"	"	49,40304	"
Wallnüsse	"	"	50,06000	"
Mandeln	"	"	52,41652	"
Traubenkerne	"	"	17,95614	"

Vohl glaubt nun, daß es möglich ist, aus dem specifischen Gewichte eines mit Petroleumäther (Canadol) bereiteten Oelauszuges der zu prüfenden Samen, den Oelgehalt der letzteren mit genügender Genauigkeit erkennen zu können. Zu diesem Behufe soll man folgendermaßen verfahren: 100 Gramm des geknirschten Samens werden nach der oben mitgetheilten Methode extrahirt und der in B gesammelte Auszug nach dem Erkalten in einen hohen Glascylinder (circa 30 Centimeter hoch und 2 ½ Cent. lichte Weite) ausgegossen. Dieser Glascylinder ist mit einer Marke versehen, bis zu welcher gefüllt, er 100 Cubikcentimeter Flüssigkeit faßt. Man spült den Siedekolben B des Oleometers mit reinem Petroleumäther (Canadol) nach, füllt den Glascylinder bis auf 100 Cubikcentimeter mit Petroleumäther und senkt nach vorsichtigem Mischen der Flüssigkeit und nachdem man dieselbe auf + 15° C. gebracht hat, das Aräometer ein. Das mit dem Aräometer gefundene spec. Gewicht entspricht einem bestimmten Gehalte an fettem Oele und man braucht nur eine Tabelle, welche den, den verschiedenen spec. Gewichten entsprechenden Oelgehalt angiebt, um sofort den Procentgehalt der betreffenden, dieser Prüfung unterzogenen Samen zu finden. Da jedoch die fetten Pflanzenöle verschiedene spec. Gewichte haben, so mußten für die verschiedenen Samen, resp. Oele auch besondere Vergleichstabellen angefertigt werden. In nachstehender Tabelle hat Vohl die spec. Gew. eines Petroleumäther- (Canadol-) Auszuges, welche einem bestimmten Procentgehalte an reinem Oel entsprechen, zusammengestellt.

Tabelle zur Berechnung des Oelgehaltes verschiedener zur Oelbereitung verwendbarer Samen nach dem spec. Gewichte des Canadol-Auszuges derselben; von Dr. H. Vohl in Cöln.

Spec. Gewicht des Canadolauszuges der Oelsamen bei + 15° C.							Procentsatz
Rüböl (Brassica)	Leinöl (Linum usitatiss.)	Hanföl (Cannabis sativa)	Mohnöl (Papaver somnifer.	Nußöl (Juglans regia)	Mandelöl (Amygdalus communis)	Traubenkernöl (Vitis vinifera)	Gewichts-Procente
0,68000	0,680000	0,6800000	0,6800000	0,680000	0,6800000	0,6800000	0
0,68199	0,682145	0,6820946	0,6820738	0,682086	0,6820254	0,6820556	1
0,68398	0,684290	0,6841892	0,6841476	0,684172	0,6840508	0,6841112	2
0,68597	0,686435	0,6862838	0,6862214	0,686258	0,6860762	0,6861068	3
0,68796	0,688580	0,6883784	0,6882952	0,688344	0,6881016	0,6882224	4
0,68995	0,690725	0,6904730	0,6903690	0,690430	0,6901270	0,6902780	5
0,69194	0,692870	0,6925676	0,6924428	0,692516	0,6921524	0,6923336	6
0,69393	0,695015	0,6946622	0,6945166	0,694602	0,6941778	0,6943892	7
0,69590	0,697160	0,6967568	0,6965904	0,696688	0,6962032	0,6964448	8
0,69789	0,699305	0,6988514	0,6986642	0,698774	0,6982286	0,6985004	9
0,69988	0,701450	0,7009460	0,7007380	0,700860	0,7002540	0,7005560	10
0,70187	0,703595	0,7030406	0,7028118	0,702946	0,7022794	0,7026116	11
0,70386	0,705740	0,7051352	0,7048856	0,705032	0,7043048	0,7046672	12
0,70585	0,707885	0,7072298	0,7069594	0,707118	0,7063302	0,7067228	13
0,70784	0,710030	0,7093244	0,7090332	0,709204	0,7083556	0,7087784	14
0,70983	0,712175	0,7114190	0,7111070	0,711298	0,7103810	0,7108340	15
0,71182	0,714320	0,7135136	0,7131808	0,713376	0,7124064	0,7128896	16
0,71381	0,716465	0,7156082	0,7152546	0,715462	0,7144318	0,7149452	17
0,71580	0,718610	0,7177028	0,7173284	0,717548	0,7164572	0,7170008	18
0,71779	0,720755	0,7197974	0,7194022	0,719634	0,7184826	0,7190564	19
0,71978	0,722900	0,7218920	0,7214760	0,721720	0,7205080	0,7211120	20
0,72177	0,725045	0,7239866	0,7235498	0,723806	0,7225334	0,7231676	21
0,72376	0,727190	0,7260812	0,7256236	0,725892	0,7245588	0,7252232	22
0,72575	0,729335	0,7281758	0,7276974	0,727978	0,7265842	0,7272788	23
0,72774	0,731480	0,7302704	0,7297712	0,730064	0,7286096	0,7293344	24
0,72973	0,733625	0,7323650	0,7318450	0,732150	0,7306350	0,7313900	25
0,73172	0,735770	0,7344596	0,7339188	0,734236	0,7326604	0,7334456	26
0,73371	0,737915	0,7365542	0,7359926	0,736322	0,7346858	0,7355012	27
0,73570	0,740060	0,7386488	0,7380664	0,738408	0,7367112	0,7375568	28
0,73769	0,742205	0,7407434	0,7401402	0,740494	0,7387366	0,7396124	29
0,73968	0,744350	0,7428380	0,7422140	0,742580	0,7407620	0,7416680	30
0,74167	0,746495	0,7449326	0,7442878	0,744666	0,7427874	0,7437236	31
0,74366	0,748640	0,7470272	0,7463616	0,746752	0,7448128	0,7457792	32
0,74565	0,750785	0,7491218	0,7484354	0,748838	0,7468381	0,7478348	33
0,74764	0,752930	0,7512164	0,7505092	0,750924	0,7488636	0,7498904	34
0,74963	0,755075	0,7583110	0,7525830	0,753010	0,7508890	0,7519460	35
0,75162	0,757220	0,7554056	0,7546568	0,755096	0,7529144	0,7540016	36
0,75361	0,759365	0,7575002	0,7567306	0,757182	0,7549398	0,7560572	37
0,75560	0,761510	0,7595948	0,7588044	0,759268	0,7569652	0,7581128	38
0,75759	0,763655	0,7616894	0,7608782	0,761354	0,7589906	0,7601684	39
0,75958	0,765800	0,7637840	0,7629520	0,763440	0,7610160	0,7622240	40
0,76157	0,767945	0,7658786	0,7650258	0,765526	0,7630414	0,7642796	41
0,76356	0,770090	0,7679732	0,7670996	0,767612	0,7650668	0,7663352	42
0,76555	0,772235	0,7700678	0,7691734	0,769698	0,7670922	0,7683908	43
0,76754	0,774380	0,7721624	0,7712472	0,771784	0,7691176	0,7704464	44
0,76953	0,776525	0,7742570	0,7733210	0,773870	0,7711430	0,7725020	45
0,77152	0,778670	0,7763516	0,7753948	0,775956	0,7731684	0,7745576	46
0,77351	0,780815	0,7784462	0,7774686	0,778042	0,7751938	0,7760132	47
0,77550	0,782960	0,7805408	0,7795324	0,780128	0,7772192	0,7786688	48
0,77749	0,785105	0,7826354	0,7816062	0,782214	0,7792446	0,7807244	49
0,79748	0,787250	0,7847300	0,7836800	0,784300	0,7812700	0,7827800	50

Diese Methode erscheint zwar einfach, erfordert aber, wenn sie einigermaßen befriedigende Resultate liefern soll eine Sorgfalt und Genauigkeit, welche man von solchen, die in Ausführung derartiger Arbeiten nicht bereits bedeutende Uebung besitzen und denen die Kenntniße fehlen, um beurtheilen zu können, welche Fehlerquellen vermieden werden müssen, nicht erwarten darf. Außerdem stehen der praktischen Ausführbarkeit dieser Methode noch verschiedene andere Schwierigkeiten entgegen. Zunächst ist es nöthig, daß man stets einen Petroleumäther (ein Canadol) von genau dem nämlichen spec. Gewichte zu den Prüfungen anwendet, dessen sich Vohl für die Zusammenstellung obiger Tabelle bedient hat, nämlich einen Petroleumäther von 0,68 spec. Gewicht bei + 15° C. Es ist aber nicht leicht dieses Produkt im Handel immer von genau demselben spec. Gewichte zu erhalten, obschon diese Schwierigkeit noch am leichtesten zu besiegen wäre. Ferner ist es bei einer Flüssigkeit, welche Petroleumäther als Hauptbestandtheil enthält von größter Wichtigkeit, daß die Normaltemperatur von + 15° C. bei Bestimmung des spec. Gew. auf das Genaueste hergestellt wird, indem schon geringe Abweichungen von dieser Normaltemperatur das spec. Gewicht so verändern, daß der demselben entsprechende Oelgehalt um einige Procente von der Wirklichkeit abweichen kann. Derartige Bestimmungen werden aber oft zu Jahreszeiten vorgenommen, wo es durchaus nicht so leicht ist, die mit dem Aräometer zu messende Flüssigkeit auf die Normaltemperatur von + 15° C. zu bringen, mindestens gehören hierzu Geduld, Geschick und ein gutes Thermometer. Ganz besonders aber liegt in der Benutzung eines Aräometers zur Bestimmung des spec. Gew. der Lösungen der Oele im Petroleumäther die Quelle zu bedeutenden Fehlern. Wer oft in die Lage kömmt, Aräometer benutzen zu müssen, weiß wie schwierig es ist, nur zwei Aräometer aufzutreiben, welche in ihren Angaben genau übereinstimmen. Nun bemerkt zwar Vohl, daß das Aräometer, welches er benutze, eine Skala habe, die von 0,68 bis 0,80 reiche (bei + 15° C.) und daß der Abstand dieser beiden Punkte circa 12 Centimeter betrage, so daß die Unterabtheilungen noch bequem abzulesen seien. Für die meisten Zwecke reiche eine Bestimmung bis zur vierten (!) Decimalstelle aus. Nur in denjenigen Fällen, wo es sich bei Samenlieferungen um sehr bedeutende Posten

handelt, müsse man zuweilen noch die sechste (!!) Decimalstelle mit in Betracht ziehen. Man erhält also durch obige Mittheilung einen ungefähren Anhaltepunkt, wie das zu benutzende Aräometer beschaffen sein soll, natürlich ohne deshalb die Sicherheit zu haben, daß wenn man sich ein ähnliches Aräometer verschafft, dasselbe in den Angaben des spec. Gew. genau dem von Vohl benutzten entspricht. Abgesehen hiervon wird es aber selbst dem Sachverständigen nicht und daher noch weniger dem ungeübten Laien möglich sein, mit Hülfe eines Aräometers das spec. Gewicht sicher bis zur vierten oder gar bis zur sechsten Decimalstelle ablesen zu können. Unserer Erfahrung nach ist schon das Ablesen der zweiten Decimalstelle etwas unzuverlässig. In Fällen, wo daher die Bestimmung des spec. Gewichts bis zur vierten Decimalstelle keine Illusion, sondern möglichst genau sein soll, muß man sich statt des Aräometers anderer Hülfsmittel bedienen und daß es ein solches Instrument zur genauen Bestimmung des spec Gewichts giebt, mit dessen Benutzung sich auch der Laie vertraut zu machen vermag, werden wir in einem der folgenden Jahrgänge unseres Jahrbuches Gelegenheit haben nachzuweisen. Endlich würde noch zu entscheiden sein, ob nicht das spec. Gewicht ein und desselben Oeles je nach dem Jahrgang, den Bodenverhältnissen, dem Alter des Oels ꝛc. selbst so bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, daß dadurch der Werth der Vohl'schen Tabelle illusorisch wird. Vohl selbst hat, da er ein durchschnittliches spec. Gewicht der betreffenden Oele als Norm für seine Tabelle angenommen hat, damit schon angedeutet, daß sich das spec. Gewicht je eines Oeles nicht immer gleich bleibt. Wir halten daher diese von Vohl vorgeschlagene Methode zur Werthbestimmung der Oelsamen, namentlich soweit sich dieselbe auf die Nachweisung des Oelgehaltes durch Bestimmung des spec. Gewichtes der Oelauflösung bezieht, für ungenau und unpraktisch. Immerhin ist damit ein Anfang gemacht, der vielleicht durch Vervollkommnungen zum gewünschten Ziele führt; denn eine leicht, auch durch Laien ausführbare und für die Praxis genügend genaue Methode zur Werthbestimmung der Oelsamen, wäre von hohem Werthe und daher erschien uns der, wenn auch unvollkommene Versuch Vohl's zur Lösung dieser Aufgabe doch wichtig genug zur ausführlichen Erörterung.

Um zu prüfen, ob die Spectralanalyse zur Nachweisung

von Verfälschungen fetter Oele benutzt werden kann, hat Dr. J. Müller zu Freiburg i. B. das Spectrum verschiedener fetter Oele bestimmt und gefunden, daß Mandelöl und Baumwollsamenöl nur das blaue Ende des Spectrums absorbiren, sonst aber ohne alle Absorptionsstreifen sind; Sesamöl zeigte einen schwachen Absorptionsstreifen in Roth; Olivenöl, Leinöl und Hollunderöl lieferten dagegen eine sehr schöne Spectralreaction; doch fand Müller, daß diese Reaction nicht den Oelen selbst eigenthümlich ist, sondern durch den Chlorophyllgehalt derselben bedingt wird. Die Spectral-Analyse bietet daher keine Merkmale zur Unterscheidung der fetten Oele von einander und zur Entdeckung derselben in ihren Mischungen.

Unter Hinweisung auf die von Wimmel mitgetheilten Resultate sorgfältig ausgeführter Bestimmungen des Schmelz- und Erstarrungspunktes verschiedener Fette (vgl. dieses Jahrb. Jahrg. IV v. 1868 S. 345), macht Fr. Rüdorff auf den auffallenden Umstand aufmerksam, daß bei den meisten Fetten der Schmelzpunkt merklich höher liegt, als der Erstarrungspunkt und daß sich aus dieser Beobachtung die allgemein verbreitete Ansicht gebildet habe, daß die Temperatur des Schmelzens und diejenige des Erstarrens bei verschiedenen Fetten nicht dieselbe sei. Rüdorff hält diese Ansicht für unrichtig und glaubt, daß auch bei den Fetten, gleich wie bei den übrigen Körpern, Schmelz- und Erstarrungspunkt zusammenfallen d. h. in ein und demselben Temperaturgrade liegen. Die richtige Bestimmung der Temperatur des Schmelzens werde dadurch beeinträchtigt, daß die Fette beim Erwärmen alle Stadien des Erweichens durchmachen und nicht wie viele andere Körper plötzlich flüssig werden; es sei in Folge dessen sehr schwierig das eigentliche Stadium des Schmelzens zu berücksichtigen; dazu komme nun noch, daß die Fette als schlechte Wärmeleiter einestheils bereits geschmolzen und über den Schmelzpunkt erwärmt sind, während anderntheils noch ungeschmolzene, gewöhnlich zu Klumpen vereinigte Theile darin herumschwimmen; es ist hiernach gar nicht möglich, selbst bei vorsichtigstem Erwärmen eine constante Schmelztemperatur zu erzielen, sondern das Thermometer steigt stetig. Dadurch nun, daß man das Thermometer, mit welchem die Schmelztemperatur bestimmt werden soll, nicht in das Fett selbst taucht, sondern in Wasser, in welchem das

Fett durch Erwärmen zum Schmelzen gebracht wird, vermehrt man nach Rüdorff die Fehlerquellen, indem sich bedeutende Schwankungen zeigen, je nach dem man das Wasser rasch oder langsam erhitzt und das Fett mehr oder weniger tief in das Wasser einsenkt. Es erscheint Rüdorff durchaus unangemessen, als Schmelzpunkt der Fette diejenige Temperatur zu betrachten, bei welcher dieselben einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit und Beweglichkeit ihrer Theilchen erlangen, sondern man habe als Schmelzpunkt der Fette diejenige Temperatur anzusehen, bei welcher Wärme latent werde; und als Erstarrungspunkt die höchste Temperatur bei welcher die latente Wärme frei werde. Es sei zur Ermittelung dieser Temperatur unerläßlich, daß man das Thermometer, wie es bei anderen Schmelzpunktbestimmungen üblich, in die Substanz selbst eintauche und während des Erwärmens der festen Substanz oder des Abkühlens der Flüssigkeit, die Temperatur notire, bei welcher der Stand des Thermometers, wenn auch nur auf kurze Zeit, ein constanter sei. Jedenfalls lasse sich die Erstarrungstemperatur ungleich leichter und sicherer bestimmen, als die Schmelztemperatur. Aus diesem Grunde empfiehlt Rüdorff die Angabe der Erstarrungstemperatur mit unter die physikalischen Eigenschaften dieser Körper aufzunehmen und nicht, wie es gewöhnlich geschieht, deren Schmelzpunkt, dessen Bestimmung mit sehr erheblichen Fehlern behaftet sei, zu ermitteln. — Entgegen diesen Erörterungen von Rüdorff, macht Th. Wimmel geltend, daß wenn man die Thermometerkugel, wie Rüdorff verlange, direct in das schmelzende Fett einbringe, um den Schmelzpunkt zu bestimmen, man niemals zum Ziele gelange. Wolle man nicht gänzlich auf eine Bestimmung der Schmelztemperatur bei den Fetten verzichten, so bleibe kein anderer Weg übrig, als eine der bisher zu diesem Zwecke benutzten Methoden anzuwenden und wenn man unter Schmelzen die Erscheinung des Uebertretens aus dem festen in den flüssigen Zustand verstehe, so lasse sich mittels des von ihm benutzten Verfahrens für jedes Fett ein Schmelzpunkt bestimmen, der bei wiederholten Versuchen mit einer und derselben Probe wenigstens in den ganzen Zahlen immer übereinstimmende Resultate ergebe, was in den meisten Fällen genügen dürfte. Auch bei Bestimmung des Erstarrungspunktes eines geschmolzenen Fettes, sei man der Gefahr des Irrens

leicht ausgesetzt, indem die eigentlichen Fette, ähnlich gewissen Salzlösungen die Eigenschaft besitzen, ihre flüssige, durch das vollständige Schmelzen erhaltene Form unter Umständen länger beizubehalten, als ihrem eigentlichen Erstarrungspunkte entspricht d. h. selbst noch bei einer unter ihrem wirklichen Erstarrungspunkte liegenden Temperatur flüssig zu bleiben. Man könne daher bei vielen Fetten zwei Erstarrungspunkte beobachten, von welchen der eine als der natürliche, der andere als ein durch Ueberschmelzung bedingter sogenannter künstlicher zu bezeichnen sei.

Um aus der Oelsäure möglichst die letzten Antheile der darin gelöst vorkommenden Stearinsäure abzuscheiden haben Albert Weiß u. Comp. in Lyon folgendes Verfahren empfohlen: Zunächst wird darauf hingewiesen, daß das Gemenge der festen Fettsäuren, wie dieses in den Stearinfabriken gemeinschaftlich mit Oelsäure ausgeschieden wird, ganz einfach durch Pressen von der Oelsäure, aus welcher es sich krystallinisch abscheidet, getrennt wird. Wenn diese Operation im Winter ausgeführt wird, so geht sie vollkommener von Statten und die aus den Pressen abfließende Oelsäure enthält nur wenig Stearinsäure in Lösung; zur Sommerszeit aber enthält sie eine erhebliche Menge Stearinsäure aufgelöst und um letztere zu gewinnen, soll man nach Weiß u. Comp. die Oelsäure nach dem Austritte aus der Presse während einer mehr oder weniger langen Zeit einer gut geordneten und gut vertheilten Abkühlung auf möglichst constant 5° C. aussetzen. Diese Abkühlung erreiche man zweckmäßig auf die Weise, daß man eine verhältnißmäßig ziemlich beträchtliche Menge Wasser durch Eis oder mittels einer Eismaschine auf 4—5° C abkühlt und dieses Wasser dann mittels einer Pumpe durch eine Reihe von Röhren treibt, welche entweder das die Oelsäure enthaltende Reservoir umgeben oder durch dasselbe hindurchgehen. Die Abkühlung auf 5° C. soll sich in der Praxis als die günstigste herausgestellt haben, indem sich bei dieser niedrigen Temperatur fast die ganze Stearinsäure aus der Oelsäure abscheidet. Nach Verlauf der zur Abkühlung nöthigen Zeit bringt man die durch die Ausscheidung der Stearinsäure dicklich gewordene Masse so rasch als möglich, damit ihre Temperatur sich nicht erhöht, in eine Centrifugalmaschine, deren Trommel mit einem wollenen Futter versehen ist und setzt dieselbe dann sofort in Bewegung.

so daß die Trommel in der Minute 1200 bis 1300 Umdrehungen macht. Dabei wird die Oelsäure in wenigen Minuten von den Stearinsäurekrystallisationen getrennt und zwar noch bevor die Stearinsäure Zeit findet sich wieder aufzulösen. Die in der Trommel zurückgebliebene Stearinsäure wird nachher in gewöhnlicher Weise gepreßt.

Leinöl. Sacc, welcher sich seit längerer Zeit mit Versuchen über die Umwandlung des Leinöls in Firniß beschäftigt, ist schließlich zu der Ueberzeugung gelangt, daß das gekochte Leinöl nur eine Modification des rohen oder ungekochten Oeles ist, indem das Leinöl während des Kochens nur 2 bis 2½ Procent an Gewicht verliert. Kocht man Leinöl so lange ein, bis es klebrig wird und Syrupconsistenz annimmt, so verliert es 5 Proc. an Gewicht und setzt man das Kochen oder Eindampfen noch länger fort, bis der Gewichtsverlust 12 Proc. beträgt, so hat sich das Leinöl in eine dem Kautschuk ähnliche Masse verwandelt. Während das nur gekochte Leinöl, dünn auf glatte Flächen aufgestrichen, schon in 24 Stunden zum durchsichtigen, schönen Ueberzug „Firniß" eintrocknet, hat das bis zur klebrigen Consistenz eingekochte Oel die Eigenschaft zu trocknen vollständig verloren, so daß ein damit hergestellter dünner Anstrich niemals wirklich trocken wird. Das zum Kautschuk eingekochte Oel erleidet an der Luft gar keine Veränderung mehr. Hieraus geht nun hervor, daß die sogenannte trocknende Eigenschaft des Leinöls, wenn es nicht ausgekocht, sondern merklich eingedampft wird, nicht, wie man gewöhnlich glaubt zunimmt, sondern sich im Gegentheil vermindert und ganz verloren geht. Was nun das Trocknen des richtig gekochten Leinöls selbst anbelangt, so hat schon de Saussure nachgewiesen, daß das Trocknen durch Sauerstoffabsorption, wobei das Leinöl in ein festes Harz übergeht, also durch einen unter Aufnahme von Sauerstoff stattfindenden Verharzungsprozeß bedingt wird. Sacc hat durch seine in dieser Richtung angestellten Versuche diese Ansicht von de Saussure vollkommen richtig befunden und ermittelt, daß das in dünnen Schichten aufgetragene, richtig gekochte Leinöl, während des Eintrocknens die Hälfte seines Gewichtes, also 50 Gewichtsprocente Sauerstoff absorbirt. Die Oxydation respect. das Eintrocknen erfolgt um so rascher, je höher die umgebende Temperatur ist. Bei

+ 5° C. findet sie genau nur halb so rasch statt, als bei + 15° C. Dieß rechtfertigt die Praxis der Lackirer, welche die gefirnißten Möbel im Winter in geheizte Räume bringen und im Sommer sie der Sonne aussetzen.

Nach C. W. Vincent in London, welcher Leinöl anhaltend unter Luftzutritt bei hoher Temperatur gekocht hat, erlangt das Oel die Eigenschaft des Trocknens durch bloßes Kochen an der Luft nicht, sobald man nicht sogenannte Trockenmittel (Bleioxyd, Mennige und dergl.) während des Kochens zusetzt. Vincent bedient sich zum Kochen des Leinöls behufs der Firnißbereitung eines mit Dampf heizbaren Apparates, welcher folgendermaßen construirt ist. Er benutzt einen Kupferkessel von kreisförmigem Querschnitt; die Tiefe dieses Kessels ist etwa dem Durchmesser gleich und der Boden abgerundet. Auf seine halbe Höhe ist der Kessel mit einem eisernen Mantel umgeben; in den Zwischenraum zwischen beiden wird Dampf eingelassen. Der Kessel, sowie der Mantel müssen einen Dampfdruck von 40 Pfd. pro Quadratzoll engl. aushalten können. Die obere Mündung des Kessels ist durch einen aufgenieteten Dom verschlossen, der mit einem Mannloche versehen ist. Durch eine Stopfbüchse in der Mitte des Domes sind zwei verticale concentrische Wellen hindurchgeführt, von denen die eine natürlich hohl ist. Beide erhalten durch Betrieb von Außen drehende Bewegung und zwar jede in anderer Richtung. Sie tragen an dem im Kessel befindlichen Theile Rührschaufeln, welche somit ein sehr vollständiges Durcheinandermischen der im Kessel enthaltenen Masse bewirken. Auf der einen Seite des Domes befindet sich eine Erhöhung, von welcher ein dreizölliges Rohr nach der Feuerung des Dampfkessels führt. Beim Betrieb ist sorgfältig auf vollständige Dichtheit aller Fugen zu sehen. Auf diese Weise wird der Uebelstand vermieden, welcher das Sieden von Leinöl bei der gewöhnlichen Einrichtung gefährlich und unangenehm für die Nachbarschaft macht, nämlich der, daß übelriechende, leicht entzündliche Dämpfe unverbrannt in die Atmosphäre entweichen. In den unteren Theil des Kessels wird durch den Dampfmantel hindurch ein Rohr eingeführt, durch welches Luft eintritt.

Der Betrieb des Apparates ist nun folgender: Das auf einmal zu verarbeitende Leinöl (Vincent verarbeitet gewöhnlich 40 Ctr. auf einmal) wird zuerst in einen großen Behälter ge-

bracht, wo man es absetzen läßt. Die Einrichtung wird hierbei in der Art getroffen, daß, sobald die auf einmal zu verarbeitende Oelmenge aus dem Behälter in den Siedekessel abgelassen ist, ersterer sofort wieder gefüllt wird, so daß also dem Oele möglichst lange Zeit zum Abklären gelassen wird. Durch den Oelbehälter wird der gebrauchte Dampf aus dem Siedekessel mittels eines eisernen Schlangenrohres von 1 $^1/_2$" Durchmesser durchgeleitet, um das Leinöl vorzuwärmen, wodurch viel Zeit erspart wird und sich die im Oele vorhandenen Unreinigkeiten leichter absetzen. Ist das auf diese Weise auf circa 35° C. vorgewärmte Leinöl in den Siedekessel eingepumpt, so wird hier Dampf mit vollem Drucke eingelassen und das Rührwerk in Gang gesetzt. Nachdem der Dampfdruck im Kessel auf 35 Pfd. pro Quadratzoll gestiegen ist, wird Luft zugelassen. Sofort tritt ein starkes Schäumen und Sieden unter bedeutender Volumvergrößerung ein und die vorher dunkelbraune Masse wird hellgelb. Wird ein dunkler Firniß gewünscht, so werden die Trockenmittel, wie Bleiglätte ꝛc., deren Wahl jedoch im Allgemeinen als Geschäftsgeheimniß angesehen wird, in Form von feinem Pulver mit Oel gemischt, durch einen mit Absperrhahn versehenen Trichter in dünnem Strahle in den Kessel gebracht, sobald das Oel durch seine Masse gleichmäßig erwärmt ist, was gewöhnlich $^1/_2$ Stunde nach Erreichung des Dampfdruckes von 35 Pfd. pro Quadratzoll engl. der Fall ist. Die Menge der Trockenmittel beträgt nur etwa 375 Gramme auf 50 Kilogr. Oel, so daß auf gleichmäßige Vertheilung derselben große Sorgfalt verwendet werden muß. Nach dem Einbringen des Trockenmittels braucht nur darauf geachtet zu werden, daß der Dampfdruck nicht unter 30 Pfd. sinkt, womöglich aber auf 35 Pfd. erhalten wird und daß die Luftpumpe, welche die Luft in den Kessel treibt, sowie das Rührwerk fortwährend im Betrieb bleiben. Die zur Oxydatiom einer bestimmten Oelmenge nöthige Luft hat Vincent nicht festgestellt. Thatsächlich erfordern einige Oelsorten mehr Luft, als andere; gewöhnlich treibt man so viel Luft ein, als das Oel aufnimmt ohne zu spritzen und in das Abführrohr der Dämpfe mit überzutreten. Die abkühlende Wirkung, welche die Luft ausübt, ist weit geringer, als man erwarten sollte, zumal sich dieselbe auf ihrem Wege ansehnlich, gewöhnlich um circa 11° bis 16° C. erwärmt. Nach etwa

vierstündiger Behandlung kann das Oel in Behälter abgelassen werden, in denen es so lange bleibt, daß die Trockenmittel sich zum größten Theile absetzen können. Das Ablassen aus dem Kessel erfolgt durch ein 2″Rohr in der Mitte von dessen Boden. Eine etwaige Verstopfung der Oeffnung dieses Rohres läßt sich meist dadurch beseitigen, daß man dasselbe mit dem Luftrohre in Verbindung bringt; im Nothfalle muß man die Verstopfung mittels einer langen dünnen Stange vom Obertheil des Kessels entfernen. Nur bei solchen Gelegenheiten und während der wenigen Minuten, welche das Ablassen des heißen Oeles erfordert entwickeln sich Dämpfe, welche die Nachbarschaft belästigen können.

Um beim Firniß- oder Lackkochen die entweichenden, belästigenden Dämpfe unschädlich zu machen, empfiehlt G. Feichtinger (Dingl. Journ. Bd. 103, Heft 4) folgende zweckmäßige Vorrichtung: Das zu kochende Leinöl wird in einen Kessel gefüllt, der so geräumig sein muß, daß von dem eingefüllten Oele nur zwei Drittel seines Raumes in Anspruch genommen werden. Der Kessel ist so eingemauert, daß kein Oel bei etwaigem Uebersteigen in den Feuerraum fließen kann und daß das Feuer den Kessel nur so hoch umspült, als das Oel im Kessel reicht: auch ist der Kessel seitlich mit einer Schnauze versehen, durch welche das allenfalls übersteigende Oel in einen zweiten, kleineren und etwas tiefer liegenden, nicht geheizten Kessel abfließen kann. Auf den Kessel wird während des Kochens ein gut anpassender Hut, der mit einem Thürchen zur Beobachtung der Masse im Kessel versehen ist, aufgesetzt; dieser Hut verlängert sich in ein Rohr, welches die Dämpfe und Gase in den Schornstein ableitet. In diesem Schornstein wird theils zur Verstärkung des Zuges, namentlich aber zur Verbrennung der Gase und Dämpfe ein Feuerchen aus Holz, Kohlen 2c. unterhalten. Der Rost ist ausziehbar, indem er mit Rollen auf Schienen läuft, wodurch das Feuer unter dem Kessel sofort entfernt werden kann, wenn das Oel zu heiß werden oder wenn der Boden des Kessels defect werden sollte, so daß Oel durch denselben in das Feuer zu tröpfeln beginnt. Diese Vorrichtung wird nach Feichtinger in vielen großen Etablissements Englands, sowie in einer sehr renommirten Lederfabrik in München, welche Lack im Großen fabricirt, schon seit

Jahren in Anwendung gebracht und hat sich vollständig bewährt. Durch Anwendung dieser Vorrichtung wird das Firniß- oder Lacksieden zu einer Manipulation, welche nicht mehr feuergefährlich ist und keinerlei der Nachbarschaft lästige übelriechende Dämpfe mehr verbreitet.

Seife.

Ueber wasserglashaltige Seifen und deren Darstellung hat Guido Schnitzer einige Mittheilungen gemacht. Nach dem genannten ist man von älteren Versuchen, das Wasserglas für Talg- und Olivenölseifen zu verwenden, bald wieder abgekommen, da sich zeigte, daß die genannten Fettseifen an sich schon wegen ihrer größeren Härte zur Vermischung mit Wasserglas wenig geeignet sind und überdies bei stärkerem Zusatz von Wasserglas gern die Erscheinung des Aussalzens eintritt. Dagegen haben speciell die Palmöl- und Cocosnussölseifen bei Vermischung mit Wasserglas und zwar mit Natronwasserglas, günstige Resultate ergeben, indem dieser Zusatz denselben außer der Erhöhung der Alkalität besonders eine größere Härte und Dauerhaftigkeit verleiht. Man macht daher vorzugsweise bei der Toiletteseifenfabrikation den ausgebreitetsten Gebrauch von Wasserglaszusatz, hauptsächlich für die billigen und beliebten weißen, gefärbten und marmorirten Parfümerieseifen. Schnitzer hat zwei solche Seifen — Wiener Fabrikat — untersucht und folgende Resultate erhalten:

Zusammensetzung von:	Toiletteseife roth marmorirt	Parfümirte rothe Seife
Natron	12 Proc.	12,5 Proc.
Kieselsäure	10 „	8,5 „
Fettsäuren	48 „	46,0 „
Wasser	30 „	33,0 „

Nach Schnitzer sind diese Seifen auf dem Wege der kalten Verseifung dargestellt; in diesem Falle enthalten sie auch das Glycerin, welches sich bei Verseifung der Fette ausscheidet, auf welches aber Schnitzer bei seiner Analyse keine Rücksicht genommen hat. Man erhält nach Schnitzer solche Wasserglasseife, indem man 180 Gewichtstheile Palmöl in einem

entsprechenden Gefäße etwas über die Schmelztemperatur, auf circa 45° C. erwärmt und wenn das Palmöl vollständig geschmolzen ist, langsam 100 Gewichtstheile Natronlauge von 38° Baumé, unter beständigem Umrühren zufließen läßt. Das Umrühren wird fortgesetzt, bis sich die Lauge mit dem Oele zu einem durchaus gleichmäßigen Seifenleim verbunden hat. Nun erst gießt man unter fortdauerndem Umrühren langsam 140 Gewichtstheile Natronwasserglaslösung von 36° Baumé zu, versetzt die Masse, nachdem sich in Folge beständigen Umrührens die Wasserglaslösung gleichmäßig mit dem Seifenleim vermischt hat und die Temperatur auf 25—30° C. gesunken ist, mit einigen Tropfen einer Fuchsinlösung und überläßt sie 12—24 Stunden der Ruhe, wobei sie zur Seife erstarrt. Die erhaltene Seife erscheint unmittelbar nach dem Erstarren weiß, färbt sich aber nach mehrtägiger Berührung mit der Luft wieder schön roth. Nicht jede Sorte von Natronwasserglas eignet sich aber gleich gut als Zusatz zur Seife. Man muß ein Wasserglas anwenden, welches möglichst kieselsäurereich und doch noch löslich in Wasser ist. Ein solches Wasserglas erhält man z. B. nach Schnitzer durch Zusammenschmelzen von 180 Gewichtsthln. von möglichst kalk- und eisenfreiem Quarzsand mit 100 Thln. möglichst hochgrädiger Soda von 91 Proc. Gehalt an wasserfreiem kohlensaurem Natron. Die Lösung des so bereiteten Wasserglases enthält auf 1 Thl. Natron, 2,9 Thle. Kieselsäure.

Nach S. Desborough in London soll man aus schlechter gelber oder brauner Seife eine schönere harte Seife erhalten, indem man 14 Kilogr. unterschwefligsaures Natron in 20 Kilogr. Wasser löst und diese Lösung mit 125 Kilo der zu verbessernden Seife kocht.

Dr. Herm. Bohl in Cöln hat sich eingehend mit der Untersuchung der Kali- oder Schmierseifen, namentlich in Rücksicht auf Verfälschung und deren Erkennung beschäftigt. Zur Fabrikation der Schmierseife benutzt man in neuerer Zeit mit Vorliebe das bei der Stearinsäurefabrikation als Nebenproduct abfallende sogenannte Oleïn, welches auch unter dem Namen Stearinöl in den Handel kömmt. Das Oleïn besteht in der Hauptsache aus Oleïnsäure, läßt sich sehr leicht und ohne Bildung oder Ausscheidung von

Glycerin verseifen und bildet eine sehr geschätzte milde Seife. Außer Oleïn benutzt man jedoch vielfach auch Hanföl, Leindotteröl, Thran ꝛc. Die mit solchen Fetten dargestellte Schmierseife enthält das bei der Verseifung aus dem Fette abgeschiedene Glycerin und ist stets schärfer, fettärmer und daher weniger geschätzt als die aus Oleïn producirte Seife. Man kann übrigens bei den Schmierseifen einen Theil des Fettes durch Harz (Harzsäuren) ersetzen, ohne die Güte der Seife, resp. den Effect derselben zu beeinträchtigen und es kann, wenn es sich nicht um reine Oelseife handelt, der Harzzusatz nicht gerade als Verfälschung der Schmierseife angesehen werden. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß ein Zusatz von 10 Proc. Harz zu dem zu verseifenden Oel, welchem ein Harzgehalt in der Seife von 4 Proc. entspricht, die Qualität der Seife bezüglich des Effectes nicht alterirt, daß jedoch ein Zusatz von 15 Proc. Harz zu dem Oele das Maximum ist, welches man bei reinen Oelseifen anwendet, wohingegen bei den mit Wasserglas und Stärkemehl verfälschten Fabrikaten oft ein Harzzusatz von 25 Proc. gemacht wird. Auch der Zusatz einer geringen Menge von Soda zur Schmierseife kann nach Vohl nicht als eine Verfälschung bezeichnet werden; dagegen sind verschiedene andere Zusätze, welche den Wassergehalt erhöhen und den Fettgehalt beeinträchtigen, unzweifelhaft als Verfälschungen anzusehen und demnach zu verwerfen. Als solche verwerfliche Zusätze bezeichnet Vohl diejenigen von Wasserglas, Stärkemehl (Kartoffelstärke oder sehr geringe Weizenstärke), auch Infusorienerde. Viele Fabrikanten begnügen sich mit dem Zusatze eines dieser Verfälschungsmittel, andere dagegen wenden mehrere und häufig sogar alle zugleich an. Durch solche Zusätze werde es dem Fabrikanten möglich von 100 Kilogr. Oel eine Ausbeute von 370 und selbst über 400 Kilogr. Seife zu erzeugen, wohingegen bei einem reellen Verfahren nur circa 240 Kilogr. gute Schmierseife zu erzielen sind. Als besonders schädlich bezeichnet Vohl die mit Wasserglas verfälschte Schmierseife, indem einestheils das Alkali des Wasserglases, anderntheils die ausgeschiedene Kieselsäure durch die mechanische Einwirkung beim Waschen und Walken einen nachtheiligen Einfluß ausübe. Die ausgeschiedene Kieselsäure wirke beim Waschen der Zeuge als ein wahres Schleif-

mittel, verletze die Epithelialschicht der Gespinnstfaser, welche in Folge dessen dem Einflusse des Alkali's leichter unterliege. Diese zerstörende Wirkung zeige sich bei Woll- und Seidenstoffen in stärkerem Grade, als bei Baumwoll-, Lein- und Hanfgeweben. Im Hinblick auf die warme Empfehlung des Wasserglases zum Waschen von Wolle (s. oben S. 332) und als Zusatz zu Toiletteseifen (s. oben S. 371) überrascht die Behauptung Vohl's, daß die wasserglashaltige Schmierseife besonders auf Wolle und zwar wegen ihres Wasserglasgehaltes zerstörend wirke, einigermaßen und es sind daher zur Lösung dieser Wiedersprüche jedenfalls noch weitere Versuche nöthig. Immerhin scheint uns erwiesen, daß möglichst neutrales Wasserglas nicht so caustisch wirkt, daß es wegen seines Causticität den von Vohl behaupteten bedeutenden zerstörenden Einfluß ausüben kann und ebenso ist nicht einleuchtend, wie sich bei Benutzung einer wasserglashaltigen Seife zum Waschen, Kieselsäure, wie Vohl angiebt aus dem Wasserglase in einem Zustande „ausscheiden" soll, in welchem sie durch Reibung irritirend auf die Oberfläche der Gewebsfaser wirken kann. Eine solche mechanische Wirkung könnte höchstens die Infusorienerde als Zusatz der Seife ausüben. — Selbstverständlich wollen wir damit nicht sagen, daß eine an verseiftem Oel arme, also gehaltlose Schmierseife, abgesehen von ihrer Gehaltlosigkeit und damit im Zusammenhang stehenden geringeren Leistungsfähigkeit, nicht noch besondere Nachtheile auf die damit gewaschenen Stoffe auszuüben vermöge, sondern wir bezweifeln nur die Angabe Vohl's, daß solche Seife wegen der Causticität des Wasserglases und der mechanischen Wirkung der während des Waschens aus letzterem ausgeschiedenen Kieselsäure die erwähnten Nachtheile herbeiführe. Vohl hat, um den nachtheiligen Einfluß der verfälschten Schmierseifen beim Waschen festzustellen, mehrere Versuche ausgeführt mit einer solchen Seife, die mit Wasserglas und Stärkemehl stark verfälscht war und nur 27,23 Proc. Fettsäuren, neben 8,83 Proc. Kali 0,1146 Proc. Natron 1,2967 Proc. Kieselsäure, wovon 0,2663 Proc. Infusorienerde, 15,1699 Proc. Stärkemehl und 47,332 Proc. Wasser enthielt. Er giebt als wesentliches Resultat dieser Versuche an, daß, von der Schlichte und Appretur vollständig befreite Leinen- und Baumwollstoffe, nach-

dem dieselben in eine 60° C. warme Auflösung der Seife gebracht und nach einer Einwirkung von circa einer halben Stunde gewaschen, in destillirtem Wasser gespült und getrocknet worden waren, folgende Einwirkungen dieser Waschung erkennen ließen: zunächst ergab es sich, daß beim Einäschern sowohl die Leinen-, wie auch die Baumwollgewebe eine sehr kieselsäurereiche Asche zurückließen; da aber diese Stoffe vor dem Waschen keine Kieselsäure enthielten, so muß das Wasserglas der Seife einen Theil seiner Kieselsäure an die Fasern der Stoffe abgegeben und diese gleichsam mit Kieselsäure imprägnirt haben. Ein solches Gewebe wird sich aber unzweifelhaft beim Gebrauche rascher abnutzen, als ein kieselsäurefreies, weil die zwischen den Fasern abgelagerte Kieselsäure durch ihre rauhe und harte Beschaffenheit, die Faser angreift und zerstört. Ferner fand Vohl in der zurückbleibenden Waschlauge ausgeschiedene Kieselsäure, Stärkemehl und Pflanzenfasern, welche unter dem Mikroskope betrachtet, eine auffallend rauhe, an manchen Stellen vollständig unebene wollige Oberfläche zeigten, eine Erscheinung die bei den abgegangenen Fasern der Leinen- ebensowohl wie bei denen der Baumwollstoffe wahrzunehmen war. Vohl betrachtet dies nicht mit Unrecht als einen Beweis, daß durch das Reiben und Waschen die Epithelialschicht der Pflanzenfaser durch die harte und rauhe Kieselsäure angegriffen worden sei. Es ist nur zu bedauern, daß Vohl zu diesem Versuche eine Seife benutzt hat, die sowohl mit Wasserglas, als mit Infusorienerde versetzt war, so daß sich nun nicht ermitteln laßt, ob die beschriebene mechanische Einwirkung nur von der Infusorienerde oder gleichzeitig auch von der aus dem Wasserglase ausgeschiedenen Kieselsäure ausgeübt worden ist. Eine Gegenprobe mit reiner Oelschmierseife ergab, daß Stücken derselben Stoffe nicht die geringste mechanische Zerstörung ihrer Fasern beim Waschen erlitten. — Nach Vohl wirkt Charpie von mit kieselsäurehaltiger Seife gewaschener Leinwand, wenn sie auf Wunden gelegt wird, sehr nachtheilig ein, indem die Wunden in Folge dessen einen höchst entzündlichen Charakter annehmen.

Beim Waschen von ungefärbten und ungeschwefelten Zeugen von reiner Merino-Wolle mit der Wasserglas und Stärkemehl enthaltenden Schmierseife ergab sich eine ähnliche

zerstörende Wirkung der Seife. Der Wollstoff wurde ungefähr ½ Stunde lang zunächst in eine auf 40—45° C. erwärmte Auflösung der Schmierseife eingelegt, dann gewaschen, in destillirtem Wasser ausgespült und bei gelinder Wärme getrocknet. In der rückständigen Waschlauge konnte nun Vohl deutlich die Zersetzungsprodukte von Wollfasern nachweisen, die während des Waschens von dem Alkali der Seife aufgelöst worden sind, während bei Anwendung reiner Schmierseife keine Wollfasertheile aufgelöst werden. Auch zeigte die mikroskopische Untersuchung des mit der schlechten Schmierseife gewaschenen Wollstoffes, daß die einzelnen Wollfasern sehr stark angegriffen waren. Die für die Wollfaser so charakteristischen Schuppen, aus denen die Oberfläche der Faser besteht, waren fast vollständig verschwunden und die Fasern selbst waren theilweise aufgeschlitzt oder gespalten und an manchen Stellen netzartig zerfressen. Beim Verbrennen blieb eine kieselsäurehaltige Asche zurück.

Daß gewisse, verfälschte oder sonst schlecht bereitete, gehaltlose Schmierseifen beim Waschen einen nachtheiligen Einfluß auf die damit behandelten Stoffe ausüben, ist nach den Mittheilungen Vohl's jedenfalls nicht zu bezweifeln; da sich nun aber der Werth einer Schmierseife nicht nach äußerlich sichtbaren Merkmalen beurtheilen läßt, so ist eine Prüfung oder Gehaltbestimmung der Seife zu empfehlen. Eine gute Schmierseife muß sich in warmem destillirtem Wasser klar und ohne Rückstand auflösen. Beigemischte Infusorienerde, Thon u. dgl. bleiben ungelöst zurück und wenn man diesen Rückstand sammelt, so kann man namentlich die Infusorienerde leicht mit Hülfe des Mikroskopes entdecken. Vorhandenes Wasserglas befindet sich mit in der klar vom Bodensatz abgegossenen Seifenlösung. Durch Versetzen dieser Seifenlösung mit Salzsäure, Eindampfen derselben und Glühen des Rückstandes, bis alle organischen Theile verbrannt sind, erhält man eine salzige Masse, die nach dem Befeuchten mit Salzsäure und Uebergießen mit Wasser, die aus vorhanden gewesenem Wasserglas abstammende Kieselsäure als zartes, weißes, amorphes Pulver zurückläßt. Wie man das Stärkemehl nachweisen und dessen Menge bestimmen kann, wurde bereits in diesem Jahrb. Jahrg. VI (von 1870) S. 275 mitgetheilt. Vohl hat eine bedeutende Zahl von im

Handel vorkommenden Schmierseifen analysirt und gefunden, daß eine vollständig unverfälschte Schmierseife bester Qualität in runder Zahl etwa 42 Proc. Fettsäuren, 10 Proc. Kali, 5 Proc. Glycerin und 43 Proc. Wasser enthält, wenn sie aus einem Oel bereitet worden oder 44 Proc. Fettsäuren, 10 Proc. Kali und 46 Proc. Wasser (also kein Glycerin), wenn sie aus Oleïn dargestellt worden ist. Kaum glaublich erscheint es, daß Produkte als „Seife" in den Handel gebracht werden, welche, wie z. B. die Ludwigshafner Palmölwasserglasseife nur $5^1/_2$ Proc. Fettsäuren, dagegen $10^1/_2$ Proc. Natron, $50^1/_2$ Proc. Wasser und $33^1/_2$ Proc. Kieselsäure enthalten; oder wie die Wormser Wasserglasseife, nach Vohl in runden Zahlen aus $5^1/_2$ Proc. fetten Säuren, $10^1/_2$ Proc. Natron, 53 Proc. Wasser und 31 Proc. Kieselsäure zusammengesetzt sind. Derartige schamlose Verfälschungen verdienen in der That in den weitesten Kreisen bekannt zu werden und wir stimmen den Worten Vohl's: „der offenbare Schaden, welcher dem consumirenden Publikum durch die betrügerischen Verfälschungen der Schmierseifen mit Wasserglas, Stärkemehl und Infusorienerde erwächst, erfordert ein strenges Einschreiten gegen dieses unreelle Treiben und macht es jedem Fachmanne zur Pflicht, das Publikum in dieser Hinsicht aufzuklären und zu warnen" im Hinblick auf obige Thatsachen vollkommen bei.

Glycerin, Nitroglycerin, Dynamit 2c.

Nach T. Bolas zersetzt sich das Glycerin beim Kochen unter gewöhnlichem atmosphärischen Drucke; dagegen kann der Zersetzung durch Verminderung des Druckes vorgebeugt werden. So kocht z. B. Glycerin unter einem Drucke von nur 12 Millimeter Quecksilbersäule schon bei 179,5° C. und unter 50 Millimeter Druck bei etwa 210° C.

Außer zur Weinverbesserung (vgl. dieses Jahrb. Jahrg. VI S. 277) hat man jetzt auch in der Bierbrauerei angefangen, reinstes Glycerin als Zusatz zu gewissen Bieren zu benutzen und nach A. Metz ist dasselbe ein vorzügliches Mittel um dem Biere eine gewisse Fülle und Rundung zu geben. Dabei ist es aber nöthig, genau den Gehalt käuflichen Glycerins an wirklichem Glycerin bestimmen zu können und dies

geschieht am besten durch Ermittelung des spec. Gewichtes des zu prüfenden Glycerins. Nun hat zwar bereits Fabian eine hierauf bezügliche Tabelle zusammengestellt, die in Jahrg. II dieses Jahrbuches (v. 1866) S. 283 mitgetheilt worden ist. Es scheinen jedoch die Angaben dieser Tabelle nicht genügend genau zu sein und daher hat A. Metz auf Grund sorgfältiger Bestimmungen die nachstehende neue Tabelle über das Verhältniß des spec. Gew. eines käuflichen Glycerins zu seinem wirklichen Glyceringehalte aufgestellt:

Spec. Gewicht.	Procente wasserfreies Glycerin	In 1 Cubikcentimeter, resp. 1 Liter finden sich Gramme, respec. Kilogr. wasserfreies Glycerin.
1,261	100	1,2612
1,232	90	1,1088
1,206	80	0,9648
1,179	70	0,8255
1,153	60	0,6918
1,125	50	0,5625
1,099	40	0,4396
1,073	30	0,3219
1,048	20	0,2096
1,024	10	0,1024

Nach John Maisch in Philadelphia ist Glycerin ein vorzügliches Lösungsmittel für Leim. Der Leim wird von dem Glycerin, wenn man ihn in dasselbe einlegt, durchdrungen und selbst bei gewöhnlicher Temperatur allmälig, beim Erwärmen rascher gelöst. Die durch Erwärmen bereitete Lösung gerinnt beim Erkalten. Die Lösung des Leims in Glycerin ist, wegen der conservirenden Eigenschaften des letzteren, sehr haltbar und daher z. B. besonders in solchen Fällen von Werth, wo häufig Gerbmaterialien zu prüfen sind.

Schon im Jahrg. IV v. 1868 S.351 dieses Jahrb. wurde auf den großen Unterschied aufmerksam gemacht, der zwischen reinem, durch Destillation mit überhitztem Wasserdampf bereitetem und zwischen auf gewöhnlichem Wege abgeschiedenen Glycerin besteht und hervorgehoben, daß man zu Heilzwecken nur destillirtes Glycerin verwenden darf. Selbstverständlich sollte auch in allen den Fällen, wo das Glycerin als Zusatz zu Genußmitteln z. B. zu Wein oder Bier dient, mit größter Gewissenhaftigkeit nur ganz reines, durch Destillation dargestelltes Glycerin in

Anwendung kommen. Wir haben schon an citirter Stelle (Jahr. IV S. 351) die von Stelzner empfohlene Prüfung des Glycerins durch Schütteln desselben mit seinem gleichen Volumen concentrirter engl. Schwefelsäure mitgetheilt und bemerkt, daß sich destellirtes reines Glycerin ohne Gasentwicklung mit der Schwefelsäure mischt, während sich bei ordinärem Glycerin deutliche Gasbläschen zeigen. In neuester Zeit hat Emil Brescius in Frankfurt a./M. ausführlichere Angaben über die Prüfung des zum Genusse zu verwendenden Glycerins gemacht und bemerkt betreffs der Reaction mit Schwefelsäure, daß wenn man zu reinem destillirtem Glycerin tropfenweise, unter sorgfältigem Abkühlen nach und nach etwa das gleiche Volumen concentrirte engl. Schwefelsäure zusetze, keine Bräunung eintrete, auch nicht nach mehreren Stunden. Nicht destillirtes Glycerin werde dabei, wenn auch manchmal nur sehr schwach, gebräunt. Beim Erwärmen mit starker Schwefelsäure bräune sich jedes Glycerin; da nun alles käufliche Glycerin, auch das reinste, stets mehr oder weniger Wasser enthalte und sich in Folge dieses Wassergehaltes bei Zusatz von Schwefelsäure stark erhitze, so sei es bei Ausführung dieser Probe durchaus nöthig gut abzukühlen und die Säure nur tropfenweise zuzufügen. Ferner zeichnet sich nach Brescius das reine destillirte Glycerin dadurch aus, daß es vollständig neutral reagirt; erhitzt man etwa 10 bis 20 Tropfen davon in einem Prozellanschälchen über einer Spiritus- oder Gasflamme, so kömmt es zunächst in's Kochen, entzündet sich dann und fährt bis zu Ende zu brennen fort, so daß nur ein geringer, schwarzer Anflug von kohliger Substanz bleibt. Bei nicht destillirtem Glycerin ist die Menge dieses kohligen Rückstandes immer bedeutender, als bei destillirtem. Nimmt man diese Probe auf einem Platinbleche vor, so muß der kohlige Anflug verschwinden, ohne einen deutlichen weißen oder sonstigen Rückstand zu hinterlassen. Reines destillirtes Glycerin zeigt mit einigen Tropfen einer Lösung von oxalsaurem Ammoniak nicht die geringste Spur einer Trübung, auch nicht nach mehreren Stunden, es bleibt ganz hell. Nicht destillirtes giebt damit in der Regel gleich oder doch nach einiger Zeit eine Trübung, wenn nicht gar einen Niederschlag. Mit etwas ganz reiner Salpetersäure und hierauf mit einigen Tropfen einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd versetzt, giebt reines Gly=

cerin nicht die geringste, nicht destillirtes sogleich eine mehr oder weniger starke milchige Trübung. Bei destillirtem Glycerin kann eine solche, aber kaum sichtbare Trübung nach Verlauf von etwa 15 Minuten hin und wieder auch eintreten, wenn die Gefäße, in die es gefüllt worden, vorher mit gewöhnlichem, oder überhaupt chlorhaltigem Wasser ausgespühlt wurden; diese schwache Trübung rührt dann aber von solchem Wasser her. Auch mit Schwefelammonium ist das Glycerin zu prüfen und wenn es mit oxalsaurem Ammoniak keinen Niederschlag gegeben hat, so ist zu empfehlen, dasselbe mit Kalkwasser auf einen Gehalt an Oxalsäure zu untersuchen. Vor allen Dingen ist aber nach Brescius darauf zu sehen, daß das Glycerin auch in größeren Mengen ganz ungefärbt und wasserhell sei und beim Reiben einiger Tropfen zwischen den Händen keinen Fettgeruch zeige, der in der Regel noch deutlicher hervortritt, wenn man einige Tropfen einer verdünnten Säure z. B. Schwefelsäure zusetzt. Da das Glycerin nach der Destillation wieder concentrirt werden muß, so bekommt es dabei leicht einen entfernt an gebrannten Zucker erinnernden Geruch, der mit dem von Fett nicht zu verwechseln ist, von Glycerin herrührt und nichts schadet.

Nitroglycerin. P. Champion theilt betreffs der Darstellung des Nitroglycerins (vgl. Jahrg. IV dies. Jahrb. S. 280) mit, daß es nicht nöthig sei das Säuregemisch längere Zeit auf das Glycerin wirken zu lassen, sondern daß die Bildung des Nitroglycerins schon in wenigen Secunden erfolge und durch längere Berührung des gebildeten Nitroglycerins mit den Säuren nur die Ausbeute vermindert werde. Zur Darstellung des Nitroglycerins habe man hiernach nur nöthig, das Glycerin in entsprechender Menge plötzlich in das Säuregemisch zu gießen und mit einem Glasstabe etwa 10 Secunden lang umzurühren, oder bei größeren Quantitäten die Flüssigkeit durch einen hereingeleiteten Luftstrom in lebhafte Bewegung zu setzen. Während dieser äußerst kurzen Zeit erfolgt noch keine Erhitzung der Mischung und sollte man zu lange umrühren, so geben vor Eintritt einer Gefahr die entstehenden Untersalpetersäuredämpfe dem Arbeiter den nöthigen Wink. Sofort, nachdem man das Glycerin mit dem Säuregemenge etwa 10 Sec. lang gemischt hat, wird die Mischung rasch in mindestens die 15 bis 20 fache Menge kalten Wassers gegossen und umgerührt,

wobei sich dann das Nitroglycerin als schwere ölartige, weißliche, sehr saure Flüssigkeit auf dem Boden des Gefäßes abscheidet; dieses wird mit Wasser gewaschen und zuletzt entfernt man die letzten, hartnäckig anhaftenden Spuren von Säure daraus mittels zweifach kohlensauren Natrons oder kohlensauren Kalks. Das auf diese Weise von der Säure befreite Nitroglycerin muß, wenn man es zur Dynamitfabrikation verwenden will, vollständig entwässert werden, wozu die Anwendung von krystallisirtem Chlorcalcium genügt. Champion empfiehlt als vortheilhaftes Verhältniß 380 Gewichtstheile Glycerin von 31° Baumé in eine erkaltete Mischung von 1000 Gew. Thln. rauchender Salpetersäure von 50° B. mit 2000 Gew. Thln. concentrirter Schwefelsäure zu gießen und in beschriebener Weise zu verfahren. Man erhält aus je 100 Gew. Thln. Glycerin, 200 Gew. Thle. Nitroglycerin. Nun erhält man im Handel allerdings nur Glycerin von 28° B., welches sich auch zur Nitroglycerinbereitung benutzen läßt oder dann dadurch auf 31° B. concentrirt werden kann, daß man es mehrere Stunden lang in einem Oelbade auf 135° C. erhitzt. Auch die Salpetersäure des Handels besitzt höchstens eine Concentration von 48° B. und ist gelb gefärbt (von beigemischter Untersalpetersäure). Um diese Salpetersäure auf 50° B. zu concentriren, muß man sie mit ihrem gleichen Gewichte Schwefelsäure versetzen und der Destillation unterwerfen, wobei man jedoch nur die erste Hälfte des Destillates auffängt. Die in diesem Destillat stets enthaltene Untersalpetersäure, welche zu Unfällen Veranlassung geben kann, läßt sich leicht austreiben, wenn man in die auf 70° C. erwärmte Flüssigkeit einen Strom von getrockneter atmosphärischer Luft hineinleitet. Das so dargestellte, durch Waschen vom Säuregehalt befreite entwässerte Nitroglycerin bildet eine ölartige, farb- und geruchlose Flüssigkeit von anfänglich süßlichem, dann schwach brennendem Geschmack und 1,60 spec. Gewicht. Die Darstellung und Hantirung desselben verursacht heftigen, von Uebelkeit begleiteten Kopfschmerz, doch ist nach Verlauf einiger Tage der Organismus für die Wirkung dieser Substanz abgestumpft. Das Nitroglycerin löst sich nicht in Wasser, dagegen leicht in Aether und in Holzgeist (Methylalkohol) auf. Weingeist löst das Nitroglycerin nur beim Erwärmen auf 50° C. in größerer Menge. Von rauchender Salpetersäure, sowie von conc. Schwefelsäure und von einem

Ueberschusse des zu seiner Darstellung dienenden Gemisches beider Säuren wird das Nitroglycerin bei gewöhnlicher Temperatur aufgelöst und zersetzt. Von Königswasser wird es rasch und unter Zersetzung aufgelöst. Längere Zeit mit concentrirter Natronlauge in Berührung, färbt es sich unter Bildung von salpetersaurem Natron gelb. Beim Erhitzen auf 185° C. beginnt es sich zu verflüchtigen, unter Entwicklung gelber Dämpfe; bei 194° verflüchtigt es sich langsam, bei 200° rasch, beim Erhitzen auf 217° verbrennt es heftig, bei 241° detonirt es schwach, bei 257° detonirt es heftig und bei 287° detonirt es wieder schwach mit Flamme. Anhaltend auf — 2° C. abgekühlt gefriert es zur krystallinischen Masse. Durch Stoß detonirt das Nitroglycerin heftig, dagegen ist nach Champion, wie Versuche mit einem kräftigen Ruhmkorff'schen Apparate ergeben haben, die Elektricität ohne Wirkung. L. L'Hote hat die Zusammensetzung des, bei der Explosion des Nitroglycerin entstehenden Gasgemisches untersucht und gefunden, daß 100 Volumtheile dieses Gasgemisches aus 45,72 Proc. Kohlensäure, 20,36 Proc. Stickstoffoxydgas und 33,92 Proc. Stickstoffgas bestehen. 1 Grm. Nitroglycerin liefert 294 Cubikcentimeter Gasgemisch, auf 0° und 760 Millimeter Druck berechnet.

Bereits im Jahrg. VI (v. 1870) dieses Jahrb. S. 282 wurde mitgetheilt, daß der Erfinder des Nitroglycerins A. Nobel, um dieses zu Sprengungen ganz vorzüglich geeignete Präparat in einen weniger gefährlichen Zustand zu versetzen und transportfähig zu machen, eine Mischung von 3 Thln. Nitroglycerin mit 1 Thl. poröser Kieselsäure (Infusorienerde) darstellte und diese Mischung unter dem Namen Dynamit in den Handel brachte. Die Anwendung des Dynamites zu den verschiedensten Sprengungen ist immer allgemeiner geworden, so daß diesem Präparate in neuester Zeit die größte Beachtung geschenkt wird. Unter dem Namen Lithofracteur haben Gebrüder Krebs in Deutz am Rhein ein Präparat in den Handel gebracht, welches in der Hauptsache nichts Anderes als Dynamit ist und aus einer Mischung von 52 Gewichtsthln. Nitroglycerin, 30 Thln. Kieselguhr und Sand, 12 Thln. Steinkohle, 4 Thln. Natronsalpeter und 2 Thln. Schwefel besteht. Diese Mischung ist aber nicht so vortheilhaft wie die, den Nobel'schen Dynamit bildende. Ein unter dem Namen Dualin von C. Dittmar

in Charlottenburg angefertigtes Präparat soll aus 50 Gewichtsthln. Nitroglycerin, 30 Gew. Thln. feinen Sägespänen und 20 Gew. Thln. Kalisalpeter bestehen und sehr gefährlich sein. Betreffs der verschiedenen Anwendungen, zu welchen der Dynamit empfohlen worden ist, ist zunächst von Interesse, daß während der Belagerung von Paris daselbst zwei bedeutende Dynamitfabriken errichtet wurden, welche im November 1870 ihre Thätigkeit begannen und täglich 660 Pfd. Dynamit zu produciren im Stande waren, welche in ihrer Wirkung 4400 Pfd. gewöhnlichen Sprengpulvers nahezu gleichkamen. Da zur Dynamitbereitung keine Infusorienerde beschafft werden konnte, so wurde die fein gemahlene dichte weiße Asche von schottischer Bogheadkohle zur Vermischung mit dem Nitroglycerin benutzt. Der Dynamit wurde in Paris zu den verschiedensten Zwecken verwendet, so z. B. zum Fällen von Bäumen, wobei es genügte, einen Baum von 5 Fuß Umfang mit einem leinenen, 7 bis 9 Pfd. Dynamit enthaltenden Beutel zu umbinden, um ihn durch die Explosion zu Boden zu strecken, wobei der Baum einen Augenblick auf seiner Wurzel taumelte und dann fiel, bald kurz und glatt abgeknickt an der Stelle, wo die Explosion erfolgte, bald nach der Richtung der Holzfaser in lange zackige Splitter zerrissen. Um jedoch den Dynamit zum Explodiren zu bringen, darf man ihn nicht durch einen brennenden Körper entzünden, indem er sonst ganz ruhig, ohne Sprengwirkung abbrennen würde; es giebt kaum ein anderes Mittel um seine Explosion herbeizuführen, als die Anwendung eines mit Knallquecksilber stark geladenen Zündhütchens, welches durch einen elektrischen Funken oder mittels eines Raketchens oder einer Zündpille zur Entzündung gebracht wird. Es ist jedoch absolut nothwendig, daß die vom Zünder ausgeworfenen Funken mit dem Dynamit nicht in Berührung kommen, weil derselbe sonst dadurch in ruhige Verbrennung versetzt würde. Es wurden ferner in Paris wiederholt mit Dynamit starke Mauern umgeworfen, wobei sich die ungeheure Kraft dieses Explosivstoffes glänzend bewährte. Zum Umlegen einer Mauer von 16—20 Zoll Stärke und 6—8 Fuß Höhe war es genügend, an den Fuß derselben eine mit 6½ Pfd. Dynamit gefüllte Zündwurst in Zwischenräumen von je 3 bis 4 Fuß zu legen, worauf die Mauer im Augenblicke der Explosion gänzlich

zusammenfiel; so wurden z. B. während des Ausfalles am 19. Januar 1871 in der Parkmauer von Buzanval auf diese Weise 12 Oeffnungen gemacht; ferner wurden mehrere Thore und Thüren, welche nicht eingeschlagen werden konnten, mit Dynamit gesprengt. Ausgezeichneten Erfolg leistet der Dynamit auch zum Sprengen des Eises. In Paris sprengte man sehr vieles Eis auf der Seine, indem man mit Dynamit gefüllte Zinkpatronen auf dasselbe legte und dieselben mittelst eines elektrischen Funkens, später aber mit einem gewöhnlichen Minenzünder entzündete. Kleine, mit Dynamit geladene Patronen wurden auch zur Fischerei im Großen verwendet; hierzu genügt es, die Patrone an einer Stelle, wo sich die Fische zu sammeln pflegen in das Wasser hinabzulassen; die vom Ufer aus bewirkte Explosion der Patrone brachte stets alle in einem bedeutenden Umkreise vorhandenen Fische im Zustande einer Betäubung an die Oberfläche. Auch noch nach der Belagerung wurde der Dynamit benutzt, um die Brückentrümmer, die den Fluß sperrten, zu zerkleinern und dadurch die Herausschaffung derselben aus dem Wasser zu erleichtern. Durch die bei der Belagerung von Paris mit dem Dynamit gemachten Erfahrungen hat sich Alles was man bisher über dieses Sprengmittel wußte, bestätigt und es hat sich herausgestellt, daß der Dynamit sowohl für militärische, wie für industrielle Zwecke eine sehr ausgedehnte Anwendung gestattet. Nach Champion läßt sich der Dynamit selbst bei der heftigsten Kälte zum Detoniren bringen; nur muß man von dem zur Erzeugung der Detonation erforderlichen Knallquecksilber eine um so größere Menge anwenden, je größer die Kälte ist. Eine Ladung von 1 Gramm dieses Präparates zeigt sich bei einer Temperatur von 6 bis 7° C. stets hinreichend, um die Explosion des Dynamit herbeizuführen. Die Wirkungen sind um so kräftiger, je größer der ihm dargebotene Widerstand ist; seine Anwendung wird also um so vortheilhafter, je schwieriger die Arbeit mit der Keilhaue ist.

Auch zum Sprengen der schwersten Eisenmassen eignet sich der Dynamit vorzüglich. Ganz besonders wichtig ist er aber für den Bergbau, besonders auch deshalb, weil die Bohrlöcher von geringerem Durchmesser sein können und dadurch viel Handarbeit erspart wird.

Nekrolog

für das Jahr 1871.

Charles Babbage, englischer Mathematiker, geboren 1792, Lucasian-Professor der Mathematik in Cambridge, später als Privatmann in London lebend, starb am 3. October in Cambridge. Am bekanntesten ist er durch seine Rechenmaschine geworden, über welche sich im 1. Jahrg. dieses Jahrb. S. 180 einige Notizen finden. Genaueres enthält das Edinburgh Philosophical Journ. 1822. VII, 1823. IX. Um die Hilfsmittel der praktischen Mechanik kennen zu lernen und für den Bau seiner Maschine verwerthen zu können, besuchte er eine große Anzahl von Werkstätten in Großbritannien und auf dem Continente. Resultat dieser Studien war ein geistreiches Werk „Ueber Maschinen und Fabrikwesen" (deutsch von Friedenberg, Berlin 1833). Eine Anzahl Abhandlungen über mathematische und physikalische Probleme hat er in den Philos. Transactions, den Transactions of the Edinb. Soc., den Mem. of the Astronom. Soc. und dem Edinb. Philos. Journ. veröffentlicht.

Thomas Barker, der Erbauer der ersten atmosphärischen Eisenbahn zwischen Dublin und Kingstown, auch sonst um das englische Eisenbahnwesen verdient, starb im Charterhouse-Hospital in London.

Bassano, bedeutender Industrieller, namentlich um die Glasfabrikation verdient, starb im Alter von 68 Jahren am 4. November in Venedig.

James Palladio Bassevi, geboren 1832, gestorben 17. Juli in Tibet, Capitain der Royal Bengal Engineers, seit 1856 an der großen Aufnahme Ostindiens beschäftigt. Besonders sind seine in den Jahren 1865—69 von Dehra Doon bis Cap Comorin, sowie an verschiedenen Punkten der Küste und der Insel Minikoy angestellten Pendelbeobachtungen bemerkenswerth, welche zeigten, daß die Dichtigkeit der Erdrinde geringer ist unter und bei dem Himalaya, als unter der südindischen Ebene und im Innern des Landes geringer

als unter derselben Breite an der Küste. Daneben stellte er auch magnetische Beobachtungen an, seit 1871 war er in Tibet mit Pendelbeobachtungen beschäftigt.

Rudolf Blochmann, verdienstvoller Mechaniker und Techniker, der namentlich Deutschland in der Gasbereitung und Gasbeleuchtung zuerst vom Auslande emancipirt hat, starb 31. Mai in Dresden. Bl. wurde 13. Dec. 1784 in Reichstadt bei Dippoldiswalde geboren, lernte bei einem Mechaniker in Dresden, trat 1806 in das v. Reichenbach'sche Institut in München, wurde 1809 Vorstand der mechanischen Werkstätte von Utzschneider & Fraunhofer in Benedictbeuern, betheiligte sich an den optischen Untersuchungen Fraunhofer's und führte auch dort (1816 und 1817) seine ersten Versuche in der Gasbeleuchtung aus. Im J. 1818 wurde er Director des mathematischen Salons in Dresden. Hier gründete er ein eignes mechanisches Institut, in welchem er 1820 Gasbeleuchtung einführte, auch fertigte er gleich Anfangs in Verbindung mit Dr. F. A. Struve dessen Apparate zur Herstellung künstlicher Mineralwässer. Schon 1821 lieferte er genaue Anschläge zur Beleuchtung des Schloßplatzes in Dresden mit Gas, deren Ausführung aber erst 1825, nachdem er inzwischen im königlichen Schlosse eine Gasanlage eingerichtet hatte, angeordnet wurde. Den 28. April 1828 wurde diese erste größere deutsche Gasanlage, die ohne Beihilfe des Auslandes errichtet worden, eröffnet. Es folgt dann die Construction gutgearbeiteter Strumpfwirk- und Bobbinetwebstühle, sowie eine Reihe von wichtigen Erfindungen in der Gastechnik, die Anlage von Gasbeleuchtungs-Anstalten in Dresden, Zwickau, Leipzig, Berlin, Breslau, Prag, 1838 die Erfindung einer Steinbohrmaschine zur Herstellung steinerner Wasserleitungsröhren bis zu 10 Fuß Länge &c. Auch hat Bl. eine große Anzahl tüchtiger Mechaniker herangebildet und dadurch die blühende Entwickelung mancher neuen Industriezweige in Dresden, z. B. der Nähmaschinenbranche, möglich gemacht.

Boucherie, der Erfinder der unter dem Namen „Boucherieren" bekannten Methode zur Conservirung des Holzes, starb im Sommer, 70 Jahre alt, in Bordeaux.

Henry Burden, amerikanischer Erfinder, starb im Jan. in Troy im Staate New-York. Geb. 20. April 1790 als Sohn eines Pächters zu Dunblane in Schottland, machte er sich schon frühzeitig durch seine Anstelligkeit und sein Erfindungstalent bemerkbar; so construirte er z. B. eine Dreschmaschine, legte Getreidemühlen an und fertigte verschiedene landwirthschaftliche Geräthe. Nachdem er in Edinburg Mathematik und Ingenieurwissenschaften getrieben, ging er 1819 nach den Vereinigten Staaten, wo er sich hauptsächlich mit der Erfindung und Construction von landwirthschaftlichen Maschinen beschäftigte. Zuerst lieferte er einen verbesserten Pflug, dann einem Cultivator, 1825 eine Maschine zur Fabrikation von Nägeln, 1835 eine solche zur Herstellung von Hufeisen, 1840 eine Maschine für die seitdem überall in Amerika auf den Bahnen gebräuchlichen Nägel mit Winkelköpfen, ferner eine Maschine, um Stahl nach dem Puddeln in Deule zu formen. Als seine wichtigste Erfindung betrachtete er selbst

die im J. 1857 verbesserte Hufeisen-Maschine, die in der Minute 60 Hufeisen liefert. Außerdem versuchte er sich auch in der Construction von Raddampfern.

J. R. Fowler, praktischer Photograph und photographischer Schriftsteller, geboren 19. November 1834 zu Glocester, starb 8. December 1870 in Paris.

Girard, um die Turbinen verdienter Ingenieur, wurde Ende Mai auf einem Seine-Dampfboote, das die deutsche Demarcationslinie zu überschreiten versuchte, erschossen.

Johannes Graßhoff, geb. 7. December 1836 in Wriezen, seit 1869 praktischer Photograph in Berlin, auch als Schriftsteller in seinem Fach sehr thätig, starb 11. December.

Wilhelm von Haidinger, ein um den Aufschwung der Naturwissenschaften in Oesterreich hochverdienter Gelehrter, starb in Wien 19. März. Geb. zu Wien 5. Febr. 1795 als Sohn des Bergraths bei der Hofkammer im Berg- und Münzwesen, Karl Haidinger, ging H. 1812 nach Gratz um unter Mohs Mineralogie zu studiren, und folgte 1812 seinem Lehrer nach Freiberg, wo er an dessen mineralogischen Arbeiten theilnahm. 1822—27 durchreiste er einen großen Theil Europas und lebte längere Zeit im Hause des Banquiers Thomas Allan in Edinburg. Seine ersten Publicationen stammen aus dieser Zeit. Zurückgekehrt, betheiligte er sich 13 Jahre lang an der Leitung der von seinen Brüdern errichteten Porzellanfabrik in Elbogen. Aus dieser Zeit stammen verschiedene mineralogische Arbeiten in den Schriften der böhm. Gesellsch. d. Wissensch., in Poggend. Ann. und in der Ztschr. f. Physik von Baumgartner und Ettinghausen. Im Jahre 1840 wurde er an Mohs' Stelle zur Leitung der vom Fürsten Lobkowitz gegründeten „Mineraliensammlung der k. k. Hofkammer in Münz- und Bergwesen" berufen, die später den Namen „k. k. montanistisches Museum" erhielt. Durch seine in dieser Stellung gehaltenen Vorträge hat Haidinger nicht nur auf die jüngeren Beamten im Münz- und Bergwesen sehr anregend gewirkt, sondern auch das Interesse für Naturwissenschaften in der österreichischen Hauptstadt in weiteren Kreisen geweckt. Im Jahre 1845 trat er an die Spitze des neugegründeten Vereins der „Freunde der Naturwissenschaften", dessen Versammlungen bis 1850 fortgesetzt wurden, und von dem Haidinger 7 Bände Berichte und 4 Bände Abhandlungen veröffentlichte. Die Ordnung der Sammlungen des montanistischen Museums, die Herausgabe der geognostischen Uebersichtskarte der österreich. Monarchie und die Gründung der k. k. geologischen Reichsanstalt (15. Nov. 1849), deren Direction Haidinger bis zu seiner Pensionirung (7. October 1866) übernahm, datiren aus dieser Zeit. Auch die k. k. geographische Gesellschaft in Wien, der Werner-Verein zur geologischen Durchforschung von Mähren und Schlesien, der geologische Verein für Ungarn in Pest und die Società geologica in Mailand verdanken seiner Anregung ihre Entstehung. Von 1850 bis zu seiner Pensionirung hat Haidinger über 160 Abhandlungen veröffentlicht, die sich über verschiedene Zweige der Naturwissenschaften verbreiten; seit 1859 erregten besonders die Erscheinungen, welche die Meteoriten und

Feuermeteore bieten, Haidingers Aufmerksamkeit. Nach langwieriger schwerer Krankheit nahm Haidinger im October 1866 seinen Abschied; obwohl meist an's Zimmer gefesselt, widmete er sich seitdem der weiteren Vollendung seiner Arbeiten. Der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien gehörte Haidinger seit ihrer Gründung (1846) an und ihre Schriften enthalten 225 Abhandlungen von ihm.

Joh. Baptist Henkel, Prof. der Pharmacie in Tübingen, starb, 45 Jahre alt, 2. März.

Georg Herold, ausgezeichneter Kunstgießer, mit seinem Halbbruder Prof. Lorenz Inhaber der berühmten Nürnberger Kunstgießerei von Lorenz & Herold, starb 28. Juli in Stockholm an den Folgen einer am Tage vorher erlittenen Zerschmetterung beider Beine durch herabstürzende Gyps- und Eisenmassen, erst 39 Jahre alt.

Sir John Frederick William Herschel, der berühmte englische Astronom, starb am 12. Mai in Collingwood bei Hawkhurst. Geboren 7. März 1792 in Slough bei Windsor als Sohn Wilhelm H.'s, erhielt H. seine Bildung in Cambridge und widmete sich seit 1816, z. Th. in Verbindung mit James South, der Beobachtung der Doppelsterne; als Ergebnisse dieser Arbeiten theilte er der Akademie der Wissenschaften in London in den Jahren 1823, 1827 und 1828 Kataloge von 380, 295 und 384 solcher Sterne mit. Daneben gingen physikalische Studien So veröffentlichte er in der Encyclopaedia metropolitana 1830 seinen Treatise on Sound, 1831 seine Arbeit On the Theory of Light (Deutsch von E. Schmidt, Stuttg. 1831) und in demselben Jahre A preliminary discourse on the study of Natural Philosophy (Deutsch von Weinlig, Leipzig 1836); ebendaselbst erschienen 1834 A treatise on Astronomy (Deutsch von Michaelis, Leipzig 1837) und 1849 die Outlines of Astronomy. Vom Febr. 1834 bis Mai 1838 verweilte er am Cap der Guten Hoffnung, mit einer genauen Durchmusterung des südlichen Himmels beschäftigt. Die Resultate dieser Beobachtungen, deren Kosten er ganz aus eignen Mitteln bestritt, erschienen 1847: Results of astronomical observations made at the Cape of Good Hope. Später bearbeitere er in Verbindung mit andern Gelehrten ein Manual of scientific enquiry (London 1849) zum Gebrauche für Marineofficiere aus. Außer zahlreichen Abhandlungen aus verschiedenen Gebieten der Physik, Mathematik und Astronomie sind seine Physical Geography, sowie seine Meteorologie aus der Encyclopaedia Britannica (Edinb. 1861) zu erwähnen. Die Bedeutung der Arbeiten H.'s wurde namentlich nach seiner Rückkehr vom Cap in unzweideutigster Weise anerkannt; bei der Krönung der Königin Victoria (1838) wurde er zum Baronet erhoben und 1842 wählte ihn das Marishall College der Univ. Aberdeen zum Lord-Rector, von 1850—54 war er auch Director der kgl. Münze, ein Amt, das einst auch Newton bekleidet hatte. Der kgl. Akademie der Wissensch. in London gehörte er seit 1813 an, auch war er Mitglied der Astron. Society, der französischen u. a. Akademien.

Georg Hudson, geboren 1800, der früher fast allmächtige englische „Eisenbahnkönig", starb in der zweiten Hälfte des December. Vom Jahre 1833 an war er bei den meisten großen Eisenbahnunter-

nehmungen betheiligt, 1837 Lord Mayor von York. Einige Monate vor seinem Tode erhielt er von Freunden eine Rente von 4800 Pfd. geschenkt, um den Verarmten zu versorgen.

Heinrich Hübbe, geb. 23. September 1803 in Hamburg, seit 1819 beim Wasserbau beschäftigt, 1822—25 in Gotha als praktischer Kartograph und zugleich auf dem Seeberge unter Encke's Leitung astronomisch thätig, 1825—27 unter Schumacher mit Aufnahme des Hamburger Gebiets betraut, nachher beim Straßen- und Wasserbau thätig, 1836 auf Reisen in England, Holland, Belgien und Frankreich, nachher Wasserbaudirector in Hamburg bis 1856; seit 1864 in preußischen Diensten, zuletzt als Referent im Ministerium für Wasserbau- und Chausseewesen in Sachsen und Schleswig-Holstein.

Nikolai Iwaschinzow, russischer Contre-Admiral, geboren 1. Mai 1819, berühmt durch die unter seiner Leitung vorgenommene, funfzehn Jahre lang (1853—1867) fortgesetzte hydrographische Erforschung des Kaspischen Meeres, starb 25. Januar in Petersburg.

Cajetan Georg von Kaiser, Prof. der Technologie an der Universität und der angewandten Chemie am Polytechnicum in München, geb. 5. Januar 1803 in Kehlheim a. d. Donau in Niederbayern, starb 28. August. K. war längere Zeit Famulus von Nepom. v. Fuchs, dann Lehrer der Chemie an der Gewerbeschule in Landshut, 1836 Prof. der Chemie am Polytechnicum und seit 1851 an der Universität, auch Redacteur des Bayerschen Kunst- und Gewerbeblattes. Seine Hauptthätigkeit widmete er den Gährungsgewerben.

N. Kjärbölling, als Botaniker und Ornithologe bekannt, Verfasser eines Prachtwerkes über die Vögel nordischer Länder, Stifter des zoologischen Gartens neben dem Parke von Schloß Frederiksborg, starb 4. Januar in Kopenhagen.

Wilhelm Knepper, der Begründer der österreichischen Buntpapier-Fabrikation und der in neuester Zeit zu einem riesigen Export gediehenen Cigarrettenfabrikation, starb 17. März in Wien.

Daniel Köchlin, geboren 1785 zu Mühlhausen im Elsaß, einer der Hauptgründer des industriellen Aufschwunges seiner Vaterstadt, starb 18. April.

Ferdinand Kohn, seit 6 Jahren in London ansäßiger Civilingenieur, namentlich als Fachmann im Eisenhüttenwesen bekannt (er führte u. a. das Bessemern, sowie den Martin- und Siemens'schen Stahlproceß in Oesterreich ein), starb 2. Mai in London im noch nicht vollendeten 34. Jahre.

Marie Joseph Gustave Adolphe Lambert, bekannt durch seine jahrelange Agitation für Ausrüstung einer Expedition zur Auffindung eines offenen Nordpolarmeeres, starb 27. Januar an den Folgen einer Wunde, die er bei dem Ausfalle aus Paris am 19. Januar bei Buzanval empfangen hatte. Er war geboren 1. Juli 1824 zu Grièges (Dep. de l'Ain), besuchte die Pariser polytechnische Schule und wurde dann Professeur d'hydrographie de 2me classe; 1864 und 65 machte er mit den Wallfischfängern „Vinslov" und „Gustave" Fahrten in das arktische Meer nördlich von der Behringstraße. Von da datiren seine Bemühungen, durch

Vorträge und Sammlungen die zur Ausrüstung einer Nordpolexpedition nöthigen Mittel herbeizuschaffen. Doch kam sein Plan nicht zur Ausführung.

Edouard Lartet, bekannter französischer Geolog und Paläontolog, starb 28. Januar auf seiner Besitzung Sansan im Dep. Gers. L. wurde 15. April 1801 in Castelneau les Bains (Gers) geboren; die Entdeckung fossiler Knochen bei Sansan (1834) führte ihn seiner Wissenschaft zu. Der Hügel bei Sansan, dessen Schätze L. ausführlich erforscht und beschrieben hat, enthält eine zahlreiche Fauna der Miocenformation und ist besonders durch die Auffindung des ersten fossilen Affen (Protopithecus antiquus) bemerkenswerth. In demselben geologischen Niveau ungefähr entdeckte später Fontan in Saint Gaudens (Haute Garonne) noch einen Affen, den Dryopithecus Fontani, über den sich L. weiter verbreitet hat; 1856 beschrieb er dann im Verein mit Albert Gaudry die in Attika im Auftrage der Akademie ausgeführten paläontologischen Untersuchungen, die ebenfalls eine Reihe neuer Affen kennen lehrten. L. hat sich aber auch um die Entscheidung der Frage, ob der Mensch gleichzeitig mit den untergegangenen fossilen Thiergattungen gelebt habe, große Verdienste erworben. Die erste darauf bezügliche Abhandlung Sur l'ancienneté géologique de l'espèce humaine dans l'Europe occidentale (1860) enthält eine genaue Beschreibung der Höhle von Aurignac; auch noch später hat er zahlreiche Arbeiten über denselben Gegenstand veröffentlicht. Im Jahre 1868 wurde L. Professor der Paläontologie in Paris.

Louis René Le Canu, berühmter Pharmaceut, geboren 18. November 1800 in Paris, Schüler von Thénard und anfangs physiologisch-chemischen Arbeiten (über das Blut, den Urin, die Fettsubstanzen) zugewandt, später Professor der Pharmacie an der Pariser Ecole de Pharmacie, starb 19. December.

Henry Lecoq, seit mehr denn 40 Jahren Professor der Naturgeschichte an der Ecole préparatoire de médecine in Clermont-Ferrand, Director des Mineraliencabinets und botanischen Gartens daselbst, Correspondent der Pariser Akademie, starb in Clermont-Ferrand 4. Aug. Geboren 14. April 1802 zu Avesnes (Dep. du Nord), studirte L. Pharmacie und wurde in Clermont-Ferrand Apotheker, später widmete er sich dem Lehrfache. Seine literarischen Arbeiten betreffen die Pflanzenkunde, besonders von Centralfrankreich, sowie die geologischen Verhältnisse der Auvergne und die dortigen Mineralquellen. Hauptwerke sind die Etudes sur la Géographie botanique de l'Europe et en particulier sur la Végétation du plateau central de la France (9 Bde.) und die Carte géologique du département du Puy de Dôme, im Maßstabe von 1:40,000. Auch ist er als eigentlicher Schöpfer der Faculté des Sciences in Clermont-Ferrand zu betrachten, deren Doyen er war.

Guillaume Lejean, eifriger Reisender und bekannter geographischer Schriftsteller, starb 1. Februar, 43 Jahre alt, in seinem Geburtsorte Plouégat-Guérand im Dep. Finistère.

Thomas Leykauf, in Verbindung mit dem Techniker Heyne der Erfinder der fabrikmäßigen Darstellung des Ultramarins und

Mitbegründer der großen Ultramarinfabrik der Gebrüder Zeller in Nürnberg (1838), Prof. der Chemie, starb, 56 Jahre alt, 15. September.

François Achille Longet, berühmter Physiolog, seit 1860 an Constant Duméril's Stelle Mitglied der zoologischen Section der französischen Akademie, starb 20. April in Bordeaux. L. wurde im Jahre 1811 in Saint Germain en Laye (Seine und Oise) von Eltern savoyschen Ursprungs geboren; seinen Ruf als Gelehrter legte er (1842) durch den Traité d'anatomie et de physiologie du système nerveux, später (1850—59) folgte sein Traité de physiologie, außerdem hat er noch eine Anzahl anderer Arbeiten veröffentlicht. Er war Professor der Physiologie an der medicinischen Facultät zu Paris an Bérard's Stelle.

Emil Lorek, geboren 10. December 1842 in Königsberg, seit 1866 Gehilfe an der dortigen Sternwarte, erlag 1. Januar 1871 in Gröbersdorf einem Brustleiden.

Dennis H. Mahan, geb. 1802 in New-York, 1821—24 assistirender Professor der Mathematik an der Militärakademie in Westpoint, dann (bis 1825) Secondelieutenant im Ingenieurcorps, später assistirender Professor des Ingenieurwesens, vom September 1827 bis Mai 1830 auf Reisen in Europa, seit 1830 wirklicher Professor des Civil- und Militär-Ingenieurwesens in Westpoint, in der letzten Zeit an geistiger Störung leidend, machte seinem Leben freiwillig ein Ende, indem er 16. Sept. auf der Fahrt von Westpoint nach New-York, wo er ärztliche Hilfe suchen wollte, vom Dampfboote in den Hudson sprang. Seine Grundzüge des Ingenieurwesens sind von Prof. F. Schubert ins Deutsche übertragen.

Augustus de Morgan, geboren 27. Juni 1806 in Madura im südlichen Ostindien, seit 1825 Professor der Mathematik am University College in London, starb daselbst 18. März, nachdem er vor einigen Jahren von seinem Amte zurückgetreten war.

Sir Roderick Impey Murchison, berühmter englischer Geolog, seit 1851 Präsident der Londoner geographischen Gesellschaft, Generaldirector der geologischen Aufnahme von Großbritannien, starb 23. October. M. wurde 19. Febr. 1792 zu Taradale in Roßshire, Schottland, geboren, besuchte von 1805 an die Militärschule in Marlow, trat dann 1807 in das 36. brit. Infanterieregiment, wohnte der Schlacht bei Vimiera bei und machte den Rückzug nach Corunna mit. Nachdem er sich 1815 mit Charlotte Hugonin, der Tochter eines Generals, vermählt, trat er 1816 aus dem Militärdienste. Auf Davy's Veranlassung, wandte er sich mit Eifer dem Studium der Geologie zu. Im Verein mit Prof. Sedgwick untersuchte er Hochschottland und Yorkshire, später (1828) mit Lyell die Auvergne und die östliche Alpenkette. In weiten Kreisen bekannt wurde er durch sein Werk „The Silurian System" (1839), worin er das Vorkommen der Silurformation in England schilderte. Um zu sehen, ob die Grauwackenschichten des Rheinlandes den englischen Silurschichten analog seien, bereiste er 1835—39 die Rheinlande und 1840 dehnte er seine Untersuchungen auch auf Rußland aus, welches er mit der Verneuil und

Graf Keyserling zweimal bis an den Ural bereiste. Frucht dieser Untersuchungen ist das Werk „Geology of Russia in Europe and the Uralian Mountains“ (1845). Später (1849) erschien das Werk „On the geological structure of the Alps, Apennins and Carpathians“ und 1854 seine populäre Schrift „Siluria“, welcher auch eine kurze Abhandlung über die Vertheilung des Goldes auf der Erde beigegeben ist. M. war seit 1826 Mitglied der Royal Society, erhielt auch die Copley-Medaille derselben, 1846 ernannte ihn die Königin Victoria zum Ritter und Dec. 1865 zum Baronet.

James Sheridan Muspratt, berühmter Chemiker, starb 4. Februar in Liverpool. M. wurde 8. März 1821 in Dublin geboren, zeigte früh Neigung zur Chemie und studirte unter Graham anfangs in Glasgow und nachher in London diese Wissenschaft. Später trat er in ein kaufmännisches Unternehmen in den Ver. Staaten ein, das sich aber wieder auflöste und er ging nun, nachdem er Nordamerika bereist, 1843 nach Gießen zu Liebig. Nach zweijährigem Aufenthalte veröffentlichte er in Liebig und Wöhlers Annalen eine Arbeit über die Sulphite, der bald eine Abhandlung über die vermeintliche Bildung der Baldriansäure aus Indigo folgte, die er vor der British Association in York las. Um dieselbe Zeit entdeckte er auch mit Hoffmann das Toluidin und Nitranilin. 1845 verließ er Gießen, bereiste Deutschland und kehrte 1847 nochmals in Liebigs Laboratorium zurück. Von da ging er nach England, wo er, in Liverpool, ein chemisches Laboratorium gründete, aus dem bereits zahlreiche Schüler hervorgegangen sind. Sein Hauptwerk ist unter dem Titel: „Theoretische, praktische und analytische Chemie“ von Kerl und Stohmann deutsch herausgegeben worden.

August Neilreich, Verfasser der Flora von Niederösterreich, Ungarn und Croatien, starb 1. Juni in Wien, 67 Jahre alt.

Franz Nickerl, Professor der Naturwissenschaften am deutschen Polytechnicum in Prag, starb dort 4. Februar im Alter von 56 Jahren.

Giovanni Paganuzzi, Abbé und Director des meteorologischen Observatoriums am Seminario Patriarcale in Venedig, starb 1. Sept. im kräftigsten Mannesalter.

Anselme Payen, verdienter Chemiker, Mitglied der Pariser Akademie (seit 1842), geboren 17. Januar 1795 in Paris, in früherer Zeit Director einer Zuckerfabrik zu Vaugirard und dann einer andern chemischen Fabrik, später Prof. der industriellen Chemie an der Ecole des Arts et Métiers in Paris, starb 13. Mai in Paris. Eine seiner ersten Arbeiten behandelte die entfärbende Kraft der thierischen Kohle und die Anwendungen derselben; daran schloß sich eine große Reihe von Arbeiten über die Anwendungen der Chemie in den Gewerben. Von selbstständigen Werken sind namentlich zu erwähnen der Traité des réactifs (in Verbindung mit Chevallier, 1822), der Précis d'agriculture (mit Richard, 1851), der Traité de la distillation des betteraves etc. (1854), der Précis sur les substances alimentaires, ein Précis de chimie industrielle (1850, deutsch von H. Fehling). Außerdem war P. als Commissar bei verschiedenen französischen und auswärtigen Ausstellungen thätig.

Guillaume Piobert, franz. Divisionsgeneral, Mitglied der Akademie (seit 1840 an Prony's Stelle), durch seine — zum Theil in Verbindung mit Morin u. A. unternommenen — ballistischen Arbeiten bekannt, starb 9. Juni auf dem Schlosse la Pierre bei Beaujeu (Rhonedepartement). Er wurde 29. Nov. 1792 in Lyon geboren, trat 1815 als Lieutenant in die Armee, wurde später Professor der Artillerie an der Militärschule zu Metz, nachher in Paris wohnend. Von selbstständigen Schriften sind zu nennen: Traité d'artillerie (1847—54) und Leçons d'artillerie professées à l'Ecole de Metz.

Wilhelm von Plönnies, großherz. hessischer Major, als Militärschriftsteller, besonders durch seine Arbeiten über die Infanterie-Feuerwaffen bekannt, starb 23. Aug. in Darmstadt; er war geboren 1828.

Arthur Baron von Saß, ein um die botanische Erforschung der Insel Oesel und der benachbarten Eilande verdienter Forscher, starb 21. April zu Töllist auf Oesel.

Franz Ritter von Schaub, um Astronomie, Nautik, Hydrographie 2c. vielfach verdient, starb 28. April in Triest. Geb. 23. April 1817 in Groß-Schweinbart, Niederösterreich, studirte S. seit 1833 in Wien und wurde 1840 Assistent der Wiener Sternwarte, 1850 Professor der nautischen Astronomie am Kriegsmarine-Collegium in Triest und 1857 wurde ihm die Leitung der dortigen Marinesternwarte übertragen, 1860 die Direction der neugegründeten Akademie für Handel und Nautik.

Carl Heinrich Schultz-Schultzenstein, geboren 8. Juli 1798 zu Alt-Ruppin, studirte Medicin, wurde 1824 Privatdocent, 1825 außerordentlicher und 1833 ordentlicher Professor an der Universität zu Berlin, starb plötzlich 22. März. Seine Forschungen bewegten sich auf den Gebieten der Thier- und Pflanzen-Physiologie; außerdem aber hat er sich auch um Hebung der Kunst- und Handelsgärtnerei viele Verdienste erworben.

Friedrich Magnus Schwerd, geboren 8. März 1792 in Osthofen bei Worms, studirte 1809—13 in Mannheim und Mainz, wurde 1814 Lehrer am Progymnasium und nach Errichtung des Lyceums in Speyer (1816) Professor der Mathematik an dieser Anstalt, welche Stelle er 55 Jahre lang bekleidete, starb 22. April. Er war Mitglied der Akademien in München und London. Seine bedeutendste Arbeit sind „die Beugungserscheinungen aus den Fundamentalgesetzen der Undulationstheorie analytisch entwickelt 2c." Mannheim 1834. Aus früherer Zeit stammen: „Die kleine Speyerer Basis oder Beweis, daß man mit geringem Aufwande an Zeit, Mühe und Kosten durch eine kleine genau gemessene Linie die Grundlage einer großen Triangulation bestimmen kann." Speyer 1822 und „Astron. Beobachtungen auf der Sternwarte zu Speyer", 2 Bde. 1829 und 30; außerdem hat er noch in Poggend. Ann. und in Schumachers Astron. Nachr. Arbeiten veröffentlicht.

John Scouler, 1824 Begleiter einer Expedition nach der Vancouver-Insel, später Professor der Naturgeschichte an der Andersonian University und nachher (bis 1855) an der Royal Society in

Dublin, starb im November, 72 Jahre alt, in seiner Vaterstadt Glasgow.

Berthold Seemann, als reisender Botaniker in weiten Kreisen bekannt, starb 10. October beim Bergwerke Javali in Nicaragua. Geboren 28. Febr. 1825 in Hannover, ging S. nach Vollendung seiner Studien in Göttingen nach England, bereiste dann den Isthmus von Panama und von 1846—1851 mit dem Schiffe „Herald" den großen Ocean, die Behringstraße und den Arktischen Ocean. 1860 ging er mit Oberst Smith nach den Viti-Inseln, seit 1864 bereiste er Mittelamerika.

Germano Sommeiller, der berühmte Erbauer des Mont-Cenis-Tunnels, starb noch vor der völligen Vollendung seines Werkes, oder wenigstens vor Eröffnung der Bahn durch den Tunnel, am 11. Juli in seinem Geburtsorte St. Jevire in Fauligny (Savoyen), wohin er sich zurückgezogen hatte, um Linderung seiner Herzkrankheit zu finden. Geboren 1815, besuchte S. mit großem Erfolge die Polytechnische Schule in Turin, machte hierauf mehrere Jahre hindurch Reisen durch Frankreich, Deutschland und England und veröffentlichte dann nach der Zurückkunft in seine Heimath eine Flugschrift, in welcher er die Regierung Carl Alberts aufforderte, im Verein mit der französischen Regierung Hand zu legen an eine Durchbohrung der Alpenkette. Die Höhe der Kosten bildete damals ein Hinderniß für die Ausführung seiner Idee und erst nach zwanzig Jahren sollte das Unternehmen wirklich in Angriff genommen werden. „Er starb in Mitten seines Triumphes und wie Cavour, als sein Werk gethan, aber noch nicht vollendet war." (Gazetta di Populo, Turin).

Stanislas Sorel, bedeutender französischer Techniker, starb 18. März. Geboren 1803 als Sohn eines armen Uhrmachers in Putanges im franz. Depart. der Orne, wuchs S. so gut wie ohne Erziehung auf, um in das Geschäft des Vaters einzutreten. Mit 21 Jahren verheirathete er sich mit einem Mädchen seiner Vaterstadt und arbeitete nun emsig fort unter beschränkten Verhältnissen bis zum Jahre 1829. In diesem Jahre zog er nach Paris. Ohne Vermögen und ohne Bekannte hatte er anfangs hart zu kämpfen für den Lebensunterhalt seiner Familie, aber gleichzeitig fand er auch vielfache Anregung zu weiterer Ausbildung, hörte wissenschaftliche Vorlesungen, stellte Versuche an und trat schließlich mit einigen Erfindungen vor die Oeffentlichkeit (Solarlampe und thermostatischer Siphon); im J. 1838 entdeckte er ein brauchbares Verfahren zum Galvanisiren (Verzinken) des Eisens, das er weiter in seine Einzelheiten vervollkommnete. Dafür wurde ihm von der Société d'Encouragement die goldene Medaille ertheilt. Seitdem folgten die verschiedensten Entdeckungen: eine Alarmpfeife für Dampfkessel, das Wasserdichtmachen von Geweben, der jetzt allgemein übliche billige Zahnkitt aus Zinkoxychlorid, der auch zu andern Zwecken als Kitt und Cement brauchbar, aber durch S.'s, wie er selbst sagt, bedeutendste Erfindung, den Magnesium-Oxychlorid-Cement, in vielen Fällen verdrängt wurde. Mit der Ausbeutung dieser letzten Erfindung war S. beschäftigt, als ihn der Tod ereilte. Diese Erfindungen fanden

zahlreiche Anerkennung: er erhielt den Montyon-Preis (zweimal), den Orden der Ehrenlegion, den Argenteuil-Preis von 12,000 Franken, der von der Akademie nur für Entdeckungen von der größten Wichtigkeit verliehen wird und den vorher nur Vicat und Chevreuil erhalten haben.

Georg Staedeler, geboren im Hannöverschen, ein Schüler Wöhlers, 1851 Professor der physiologischen Chemie in Göttingen, 1853 Löwigs Nachfolger in Zürich, nach Errichtung des dortigen Polytechnicums Professor der analytischen Chemie an demselben (1855), welche Stelle er so lange bekleidete, bis Kränklichkeit ihn zur Niederlegung nöthigte, starb in seiner Heimath 11. Januar.

Heinrich Steinway, berühmter Pianofortefabrikant in Newyork, von Geburt ein Deutscher, geb. 15. Febr. 1797 in Seesen im Braunschweig'schen, starb Newyork in der Nacht zum 6. Febr.

Friedrich Ludwig Ew. Adolph Strecker, berühmter Chemiker, starb 7. Nov. in Würzburg. Str. war 21. October 1822 in Darmstadt geboren, eine Zeitlang Assistent Liebigs in Gießen, 1848 Privatdocent an der dortigen Universität, 1851—1860 Prof. der Chemie an der Universität Christiana, später an der Universität Tübingen und dann in Würzburg.

J. B. Streicher, durch viele Erfindungen um den Pianofortebau verdienter Instrumentmacher in Wien, starb 30. März. Sein Vater Joh. Andr. Streicher war ebenfalls ein berühmter Pianofortebauer, seine Mutter Nannette, geb. Stein, eine Tochter des verdienten Claviermachers Joh. Andr. Stein in Augsburg und selbst eine geschickte Pianistin und Pianofortebauerin.

Otto Volkmar Tauberth, sächs. Eisenbahnbetriebs-Director und zuletzt Betriebs-Inspector der lothringischen Eisenbahnen, ein sehr tüchtiger Eisenbahntechniker, starb 2. Februar in Rheims. Geboren 8. Juli 1816 zu Förderger sdorf bei Tharand, 1830—36 Schüler der technischen Bildungsanstalt in Dresden, später Maschinenschlosser in der Maschinenbau-Anstalt von Haubold in Chemnitz, dann Zeichner an der Uebigauer Maschinenfabrik und am Bau der beiden ersten Dampfschiffe auf der Oberelbe beschäftigt, 1838 Spinnmeister in der Kammgarnspinnerei von Petrikowski & Co. in Schedewitz bei Zwickau, 1841 Civilingenieur in Dresden, unternahm 1842 und 43 Instructionsreisen durch Westfalen und Süddeutschland, 1844 nach Großbritannien, war 1844 Assistent beim Bau der sächsisch-schlesischen Eisenbahn (unter Krausch), nachher Maschinenmeister und Sectionsingenieur der Löbau-Zittauer Bahn, 1846 Maschinenmeister der sächs.-böhm. Bahn, 1859 Betriebs-Oberinspector und 1869 Betriebsdirector der sächs. Staatseisenbahnen in Zwickau, Anfang Dec. 1870 nach Lothringen berufen zur Leitung des dortigen Eisenbahnbetriebes.

Michael Thonet, der Erfinder der bekannten Möbel aus gebogenem Holze, starb 3. März in Wien. Geboren 2. Juli 1796 zu Boppard, machte er seit 1834 Versuche, Lärchenholz durch mechanisch-chemische Hilfsmittel auf die Dauer in jede beliebige Form zu bringen, siedelte dann auf Anregung des Fürsten Metternich nach Wien über, wo er unter der Protection dieses Staatsmannes und

mit vielfacher Unterstützung des Niederösterreichischen Gewerbevereins den von ihm begründeten neuen Industriezweig in Flor brachte. Bei seinem Tode besaß die Firma „Gebrüder Thonet" fünf Fabriken, welche jährlich an 450,000 Möbelstücke liefern.

Bernhard Tiele, Observator an der Bonner Sternwarte, ertrank im Rhein, wo man seine Leiche erst nach 14tägigen Nachforschungen fand.

Eduard Friedr. Weber, geboren 10. März 1810 in Wittenberg, seit 1835 Prosector in Leipzig, starb daselbst 18. Mai. In Göttingen veröffentlichte er gemeinschaftlich mit seinem Bruder, dem Physiker Wilhelm W., die „Mechanik der Gewerkzeuge" (1835); später schrieb er die Abhandlung über „Muskelbewegung" in Wagners Handwörterb. der Physiologie und verschiedene Arbeiten in den Berichten der sächs. Gesellsch. der Wissenschaften

Julius Weisbach, geb. 10. August 1806 auf der Eisenhütte Mittelschmiedeberg bei Annaberg, besuchte von 1820 an die damalige Hauptbergschule und 1822 die Bergakademie in Freiberg, ging dann 1827 auf die Universität nach Göttingen und 1829 nach Wien, bereiste hierauf den größten Theil der Bergwerksbezirke Oesterreichs und wurde 1833 an der verstorbenen Hecht Stelle Lehrer der angewandten mathematischen Wissenschaften an der Freiberger Akademie; 1835 übernahm er die Vorlesungen über allgemeine Markscheidekunst und 1858 wurde ihm nach Brückmann's Abgange der Vortrag des Maschinenbaus mit übettragen. Sieben Jahre lang war er auch Mitglied der Europäischen Gradmessung und hat während dieser Zeit ein sehr genaues Höhennetz über Sachsen gelegt. Sein Hauptwerk ist das „Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik"; zahlreiche Arbeiten, namentlich die Hydraulik betreffend, hat er im „Civilingenieur" veröffentlicht. Gestorben 24. Febr.

Charles M. Wetherill, Professor der Chemie an der Lehig-Universität in Bethlehem, Pa., Ver. St., hauptsächlich auf dem Gebiete der Agrikulturchemie thätig, starb 5. März.

August Wiegand, geboren 18. Mai 1814 in Altenburg (Almrich) bei Naumburg, 1839—40 Hilfslehrer an der Realschule zu Halle, 1841—42 Mathematicus am Domgymnasium zu Naumburg und der höhern Bürgerschule zu Halberstadt, 1843—54 Lehrer der Mathematik an der Realschule zu Halle, seitdem techn. Director der Lebensversicherungsgesellschaft Iduna, starb 14. März in Halle.

Zeischner, Geolog, der um die Erforschung Galiziens und Ungarn vielfach verdient ist, wurde 3. Januar in Krakau, 67 Jahre alt, von einem Raubmörder im Bette strangulirt.

Druck von J B Hirschfeld in Leipzig.